

**IMPLEMENTACIÓN Y EVALUACIÓN DE COCINAS ECOLÓGICAS EN LA
VEREDA QUEBRADA DEL MEDIO, CORREGIMIENTO DE PUEBLO BUJO,
ZONA RURAL DEL MUNICIPIO DE MONTERÍA**



**BETTIN SÁNCHEZ CINDY PAOLA
GALVIS PADILLA JULIETH PAOLA**

**UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA
FACULTAD DE INGENIERÍA
INGENIERÍA AMBIENTAL
MONTERÍA, CÓRDOBA**

2016

**IMPLEMENTACIÓN Y EVALUACIÓN DE COCINAS ECOLÓGICAS EN LA
VEREDA QUEBRADA DEL MEDIO, CORREGIMIENTO DE PUEBLO BUJO,
ZONA RURAL DEL MUNICIPIO DE MONTERÍA**

**BETTIN SÁNCHEZ CINDY PAOLA
GALVIS PADILLA JULIETH PAOLA**

**Trabajo de grado presentado en la modalidad de Proyecto de Investigación, como
parte de los requisitos para optar el Título de Ingeniero Ambiental.**

Director (s):

**Directora: VIVIANA CECILIA SOTO BARRERA, Ing. Ambiental y Sanitaria,
Magister en Geografía.**

**Codirector: GABRIEL ANTONIO CAMPO DAZA, Ing. del Medio Ambiente,
Especialista en Ingeniería de Saneamiento Ambiental.**

**UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA
FACULTAD DE INGENIERÍAS
INGENIERÍA AMBIENTAL
MONTERÍA, CÓRDOBA
2016**

**La responsabilidad ética, legal y científica de las ideas, conceptos y resultados del
proyecto, serán responsabilidad de los autores.**

Artículo 61, acuerdo N.º 093 del 26 de noviembre de 2002 del consejo superior.

Nota de aceptación

Firma del jurado

Firma del jurado

Es una sensación agri dulce llegar a este momento y de antemano pido disculpas si olvido a alguien, ha sido una corta memoria para tan largo camino.

A Dios, gracias por darme la entereza para afrontar las adversidades y obstáculos a lo largo de mi vida.

A mi familia, por creer en mí y brindarme su apoyo e inmenso amor.

A mis padres, José Luis y Luz Esther. Esto es por y para ustedes.

A mi hermana Karen, por ser mi ejemplo a seguir y a mis hermanitos Jose y Camilo.

A Julieth Galvis, pude tener otra compañera para emprender este camino, pero no una mejor. Gracias por tu dedicación y amistad.

A mis amigos cercanos, en especial a "Les miserables", gracias por su amistad incondicional y por llenar los últimos 7 años con maravillosas anécdotas, los llevo en mi corazón.

*Sinceramente,
Cindy Bettin Sánchez*

A Dios, por haberme permitido llegar a este punto, después de tanto luchar y afrontar obstáculos.
A mi madre Elizabeth Padilla, por creer en mí y apoyarme. Gracias por darme una carrera para mi futuro, todo esto te lo debo a ti.
A mi padre Diomadís Galvis, por estar a mi lado.
A mi hermana Daniela Galvis, por confiar en mí.
A Cindy Bettin, por recorrer este camino a mi lado desde el comienzo hasta el día de hoy. Gracias por la comprensión y por tu amistad.
A mis compañeros que nos apoyamos mutuamente al inicio de nuestra formación profesional y que hasta ahora, siguen en cada paso que doy: Adriana, Rubén, Rafael, Emilio, Yeraldine, Ana, Estefanía y Jessica, gracias por lo que alguna vez nos tocó afrontar.
De igual manera a los que aparecieron en este largo y arduo camino: Elieth, Andrea, Luis Miguel, Miguel Angel y Michael. Gracias por tanto, por las aventuras y lo que nos falta por recorrer, esto es solo un paso más de este mundo profesional que queremos gobernar.
Finalmente a los maestros, aquellos que marcaron cada etapa de nuestro camino universitario, gracias.

Sinceramente,
Julieth Galvis Padilla

Agradecimiento especial a:

A la Universidad de Córdoba

Que a través del programa de Ingeniería Ambiental brindó la oportunidad de culminar con éxito esta carrera y que en el marco de la Convocatoria de Menor Cuantía, financió la ejecución de este proyecto.

Agradecimientos:

A los directores académicos

Ingenieros Viviana Soto Barrera y Gabriel Campo Daza por la orientación, apoyo y dedicación brindada durante la ejecución de esta investigación.

A los jurados

Ingenieras Candelaria Herrera Amezquita y Doris Mejía Ávila, por sus aportes que permitieron la culminación de esta tesis.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
RESUMEN.....	14
ABSTRACT.....	15
INTRODUCCIÓN	16
1 REVISIÓN DE LITERATURA.....	20
2 MATERIALES Y MÉTODOS.....	28
2.1 ÁREA DE ESTUDIO.....	29
2.2 MÉTODOS.....	29
2.3 DISEÑO METODOLÓGICO	29
2.3.1 DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE LAS COCINAS ECOLÓGICAS.....	29
2.3.2 EVALUACIÓN DE LAS COCINAS ECOLÓGICAS	34
2.3.2.1 PRUEBA DE EBULLICIÓN DE AGUA	34
2.3.2.1.1 INICIO FRÍO.....	35
2.3.2.1.2 INICIO CALIENTE	36
2.3.2.1.3 FUEGO LENTO	36
2.3.2.2 PRUEBA DE COCCIÓN CONTROLADA DE ALIMENTOS	37
2.3.2.3 DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADISTICO	39
2.3.3 LEVANTAMIENTO DE LA INFORMACIÓN.....	39
3 RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	40
3.1 EFICIENCIA DE LAS COCINAS ECOLÓGICAS	41
3.1.1 PRUEBA DE EBULLICIÓN DE AGUA (PEA).....	41
3.1.2 PRUEBA DE COCCIÓN CONTROLADA DE ALIMENTOS (CCA)	45
3.2 RELACIÓN USO DE LEÑA Y PROBLEMAS RESPIRATORIOS	50

3.2.1	USO DE LEÑA EN LOS HOGARES	50
3.2.2	CONSUMO DE LEÑA	51
3.2.3	TIEMPO EMPLEADO EN LA COCCIÓN DE UNA COMIDA	52
4	CONCLUSIONES.....	55
5	RECOMENDACIONES.....	57
6	BIBLIOGRAFÍA.....	58
	ANEXOS	64

LISTADO DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Cobertura de gas en el municipio de Montería	65
Anexo 2. Localización del área de estudio	67
Anexo 3. Panel Fotovoltaico para generación de energía eléctrica	69
Anexo 4. Diseño de las cocinas ecológicas	70
Anexo 5. Registro fotográfico del proceso de construcción.....	73
Anexo 6. Resultados de pruebas de ensayo.....	76
Anexo 7. Formatos de Evaluaciones.....	82
Anexo 8. Datos tabulados - Prueba de Ebullición de Agua.....	88
Anexo 9. Datos tabulados - Prueba de Cocción Controlada de Alimentos.....	92
Anexo 10. Formato de la encuesta	93
Anexo 11. Análisis de varianza en la Prueba de Ebullición de Agua	94
Anexo 12. Análisis de varianza en la Prueba de Cocción Controlada de Alimentos	95
Anexo 13. Presupuesto para construcción de Cocina Ecológica de Bloque.....	96
Anexo 14. Presupuesto para construcción de Cocina Ecológica de Ladrillo.....	97
Anexo 15. Fisura en la cocina de Bloque.....	98
Anexo 16. Humo expulsado por la chimenea.....	98
Anexo 17. Resultados de la encuesta	99
Anexo 18. Estufa a gas para la cocción de alimentos	109
Anexo 19. Tipos de fogones encontrados en la vereda.....	110
Anexo 20. Hollín adherido en el techo.....	111

LISTADO DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Porcentaje de hogares en situación de pobreza extrema que cocinan con combustibles sólidos por departamento.	17
Tabla 2. Tipos de Estufas Ahorradoras	22
Tabla 3. Principios para la fabricación de estufas de leña.	24
Tabla 4. Especificaciones técnicas de cocinas ecológicas: Ladrillo.....	32
Tabla 5. Especificaciones técnicas de cocinas ecológicas: Bloque.....	33
Tabla 6. Ingredientes y cantidades utilizadas en la cocción del arroz.....	37
Tabla 7. Resultados de tiempo de ebullición, consumo y leña restante en la prueba de Ebullición de Agua.....	41
Tabla 8. Temperatura final del material en la prueba de Ebullición de Agua	41
Tabla 9. Resultados de tiempo de tapado, cantidad de leña restante y leña consumida en la prueba de Cocción Controlada de Alimentos	45
Tabla 10. Tiempo de Cocción en la prueba de Cocción Controlada de Alimentos	45

LISTADO DE GRÁFICOS

	Pág.
Gráfico 1. Tiempo de ebullición, consumo y leña restante en la prueba de Ebullición de Agua	42
Gráfico 2. Tiempo de Ebullición de Agua	43
Gráfico 3. Porcentaje de leña restante en la Prueba de Ebullición de Agua	43
Gráfico 4. Temperatura final del material en la Prueba de Ebullición de Agua.....	44
Gráfico 5. Tiempo de tapado, cantidad de leña restante y leña consumida en la prueba de Cocción Controlada de Alimentos.....	46
Gráfico 6. Tiempo de tapado del Arroz	47
Gráfico 7. Tiempo de cocción del Arroz.....	47
Gráfico 8. Porcentaje de leña restante en la Prueba de Cocción Controlada de Alimentos	48
Gráfico 9. Porcentaje de hogares que utilizan leña para cocinar	50
Gráfico 11. Leña utilizada en los hogares para la cocción de una comida	52
Gráfico 12. Tiempo aproximado empleado en los hogares en la cocción de una comida.....	53

LISTADO DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Pesaje de la leña	34
Figura 2. Leña utilizada.....	34
Figura 3. Medición de la temperatura del agua	35
Figura 4. Temperatura dentro de la cámara de combustión	35
Figura 5. Punto de Ebullición del agua	35
Figura 6. Fogón utilizado para mantener la temperatura del agua	36
Figura 7. Temperatura del agua al finalizar la fase de Fuego Lento	36

RESUMEN

La leña tiene una función importante como fuente de energía para cerca de tres mil millones de personas que generalmente son pobres, viven en zonas rurales de países en desarrollo y queman la leña para la cocción de los alimentos en fuegos abiertos que contribuyen su exposición al humo. En el presente proyecto se diseñaron y construyeron dos prototipos de estufas ecológicas en materiales diferentes (Bloque y Ladrillo) que fueron comparadas con la estufa tradicional (control) siguiendo protocolos internacionales que consistieron en dos (2) pruebas estándar: Prueba de Ebullición de Agua y Cocción Controlada de Alimentos. Los resultados de la prueba de Ebullición de Agua aplicadas en las cocinas de bloque y de ladrillo, demuestran un ahorro de leña del 72.63% y 76.64%, respectivamente frente al consumo de leña en la prueba control. De forma similar, la prueba de Cocción Controlada de Alimentos arrojó resultados favorables al presentarse un ahorro de leña de 72.88% en la cocina de bloque y de 80.71% en la cocina de Ladrillo, ambas destacándose frente al 45.83% obtenido en la prueba control (a “tres piedras”).

Palabras Clave: Fogón tradicional, Leña, Cocinas Ecológicas

ABSTRACT

The wood has an important function as source of energy for nearly three billion peoples. Generally they're poor, live in rural zones of developing countries and burn the fuel wood for cooking food in open fires that favor the exposure to the smoke. In the present project there were designed and constructed two prototypes of ecological cookstoves in two materials (block and brick), which were compared with the traditional stove based on international protocols they consisted in two (2) standard tests: Water Boiling Test and Controlled Cooking Test. The results of the test Water Boiling applied in the kitchens of block and brick, demonstrate fuel savings of 72.63 % and 76.64 %, respectively, against the consumption of firewood in the test control. Similarly, the Controlled Cooking Food test threw favorable results presented savings of 72.88% for block cookstove and 80.71% for brick cookstove, both standing out against 45.83% obtained in the control test ("three stone stove").

Key words: Traditional stove, Wood, Ecological Cookstoves

INTRODUCCIÓN

El fuego producto de la quema de leña puede considerarse cómo el primer avance tecnológico de la humanidad y uno de los pilares claves en el desarrollo de la misma. Pero, contrario a lo pensado hace un tercio de millón de años cuando empezó a realizarse ésta práctica, en la actualidad, el uso de la madera en los hogares se considera como un indicativo de miseria. (Smith, K., R. y Pillarisetti, A 2011)

Aproximadamente tres mil millones de personas en su mayoría provenientes de países en desarrollo que cuentan con ingresos que oscilan entre medianos y bajos, dependen de los combustibles sólidos como fuente de energía para la cocción de los alimentos (Global Alliance for Clean Cookstoves s.f.) en fuegos abiertos o “fogones de tres piedras” ineficientes y que junto a las condiciones de mala ventilación, favorecen la acumulación del humo procedente de su combustión y que está intrínsecamente relacionado con la producción de partículas pequeñas (hollín) y contaminantes en niveles muy por encima de los aceptables (Organización Mundial de la Salud 2014) como monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, benceno, butadieno, formaldehído, hidrocarburos poli-aromáticos y muchos otros productos químicos perjudiciales para la salud. (Organización Mundial de la Salud 2007)

En Colombia, al igual que otros países en vía de desarrollo, las comunidades rurales se ven obligadas a utilizar la leña como principal combustible como consecuencia de las escasas opciones energéticas; no se cuenta con datos confiables sobre el consumo de leña para cocción debido a que la leña representa un aporte muy bajo al balance energético del país (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible 2014) y a que su consumo está amparado por ministerio de ley expuesto en el artículo 53 del Decreto 2811 de 1974 (Código de Recursos Naturales y de Protección al Medio Ambiente) el cual establece que “todos los habitantes del territorio nacional, sin que necesiten permiso, tienen derecho de usar gratuitamente y sin exclusividad los recursos naturales de dominio público, para satisfacer sus necesidades elementales, las de su familia y las de sus animales de uso doméstico, en cuanto con ellos no se violen disposiciones legales o derechos de terceros”.

El departamento de Córdoba no es ajeno a ésta situación, y en la actualidad un gran porcentaje de familias continúan utilizando combustibles sólidos para las labores del hogar (Tabla 1). De acuerdo a los datos de cobertura de gas natural del Ministerio de Minas y Energía, en Córdoba, de los 657,777 usuarios residenciales conectados al servicio de gas hasta diciembre de 2015, 86,353 pertenecen a la zona urbana del municipio de Montería, de los cuales el 98.57% tienen cobertura efectiva del servicio (Anexo 1), en cambio, la zona rural no cuenta con este servicio y la población utiliza leña y en menor proporción gas propano como combustible para realizar sus labores diarias (Red de Observatorios Regionales del Mercado del Trabajo 2013) situación que a largo plazo acarrea consecuencias para la salud.

Tabla 1. Porcentaje de hogares en situación de pobreza extrema que cocinan con combustibles sólidos por departamento.

Departamento	Porcentaje	Departamento	Porcentaje
Vaupés	89.5	Bolívar	34.7
Córdoba	68.2	Norte de Santander	34.7
Cauca	66.9	Caquetá	31.9
Nariño	65.0	Santander	30.0
Guanía	62.2	Caldas	29.6
Sucre	53.9	Casanare	27.2

Amazonas	53.8	Guaviare	26.5
Huila	50.0	Arauca	20.1
Chocó	47.9	Meta	18.9
Tolima	47.7	Atlántico	17.7
Magdalena	44.7	Risaralda	15.8
Putumayo	42.6	Valle del Cauca	10.5
Cundinamarca	41.1	Quindío	6.3
Vichada	36.5	San Andrés	1.4
La Guajira	36.1	Bogotá	0.6
Antioquia	35.3	Total Nacional	41.0

Fuente: Soto M., J., A. y Ballester D., F., Contaminación del aire de interiores en hogares en situación de pobreza extrema en Colombia 2013.

De acuerdo con los Registros Individuales de Prestación de Servicios - RIPS consignados en los archivos de la Secretaría de Salud Pública del municipio de Montería, en el 2014 se reportaron 2,781 consultas asociadas a problemas pulmonares: 46 por Enfisema, 1,047 por Infecciones respiratorias y 1,688 por Enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC), pero en ellos no se especifica el lugar de procedencia de los pacientes. Además, al revisar los datos del Sistema Nacional de Vigilancia en Salud Pública - SIVIGILA en el cual se registran aquellos eventos que de acuerdo con el Ministerio de Protección Social, cumplen con los criteriosⁱ para ser considerados como importantes o trascendentes para la salud colectiva, se evidencia que para el departamento de Córdoba (2014 – 2015) no se reporta la infección respiratoria aguda entre los datos colectivos, es decir, cuántos casos se presentaron en una semana (Gómez de Puente, N., entrevista personal, 09 de Marzo de 2015). Esto dificulta realizar el seguimiento real y oportuno de la salud de la población de la zona urbana y de forma particular en la zona rural, porque no se cuenta con datos suficientes que permitan relacionar los casos reportados en estas fuentes de información con el uso de la leña.

ⁱ Nota aclaratoria: Los criterios son: Frecuencia, Gravedad, Comportamiento epidemiológico, Posibilidades de prevención, Costo–efectividad de las intervenciones, e interés público.

Considerando que el uso masivo de leña para la cocción de los alimentos es el resultado de la inexistente infraestructura del servicio de gas en la zona rural aunado al bajo poder adquisitivo de sus habitantes para acceder a otras tecnologías más modernas y menos dañinas como el uso de pampinas de gas propano, el presente proyecto de investigación propone una tecnología que permite el aprovechamiento eficiente de la leña al tiempo que podría mejorar la calidad de vida de la población rural. El objetivo principal fue: Evaluar la eficiencia del uso de estufas ecológicas en la vereda Quebrada del Medio, corregimiento de Pueblo Bujo, municipio de Montería, que permitan optimizar el uso de la leña y disminuir los efectos perjudiciales en la salud de las personas ocasionados por el uso de fogones tradicionales. Los objetivos específicos que permitieron su realización fueron:

- Diseñar dos prototipos de estufas ecológicas accesibles y de fácil construcción, en la vereda Quebrada del Medio, Corregimiento de Pueblo Bujo.
- Medir la eficiencia energética de la estufa tradicional y las cocinas ecológicas en cuanto a la cantidad de leña y tiempo utilizado en la cocción de los alimentos.
- Determinar la relación existente entre el uso de la leña y los síntomas producto de la exposición al humo en la población de la vereda Quebrada del Medio.

1 REVISIÓN DE LITERATURA

Cuesta imaginar que en una época de grandes avances tecnológicos tres mil millones de personas a nivel mundial dependan de combustibles sólidos como leña, residuos de cultivo y carbón para preparar sus alimentos (Global Alliance for Clean Cookstoves 2011) en fogones rudimentarios, ineficientes e inseguros, que se utilizan por disponibilidad, asequibilidad, accesibilidad o tradición y que generan impactos a nivel de salud y al ambiente. (Global Alliance for Clean Cookstoves s.f)

Se ha encontrado (Cerdá 2012; Cortés & Ridley 2013 citado por Ramírez Q, J. y León T, A 2014) que en los fogones tradicionales una gran superficie de la olla está expuesta a las llamas y se alcanza hasta un 90% del poder calorífico de la madera, pero en la práctica se aprovecha entre un 10 y 40% de energía calorífica efectiva, que unida a la poca eficiencia de uso, genera un gasto energético muy alto comparado con las raciones de alimento que se pueden cocinar; y la ausencia de un sistema que permita la adecuada salida de los gases favorece la exposición a gran cantidad de contaminantes que penetran profundamente los pulmones. Se estima que anualmente 4,3 millones de personas mueren tempranamente por enfermedades atribuibles a la contaminación del aire interior causada por el uso de combustibles sólidos ineficientes (Organización Mundial de la Salud 2014), siendo el cuarto mayor riesgo para la salud del mundo después de la presión arterial alta, el alcohol y el tabaco. (Global Alliance for Clean Cookstoves 2011)

Desde la perspectiva ambiental el problema no es menos grave. De acuerdo con el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC por sus siglas en inglés), el 2% de las emisiones de gases de efecto invernadero - GEI a nivel mundial son producto de la cocción con leña, situación que se agrava en los países en desarrollo donde estas prácticas inadecuadas generan gases adicionales (carbono negro, carbono orgánico) que afectan al clima (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible 2015) y de continuar con el actual aprovechamiento desmedido e indiscriminado se acelerará la degradación de los bosques y la erosión de los suelos. (Organización Latinoamericana de Energía 2013)

Considerando que la adopción a nivel mundial de “combustibles limpios” no se vislumbra como una posible meta a corto plazo (Jones B, D 2015) por las condiciones económicas de las poblaciones en desarrollo que dificultan su acceso a gas o

electricidad, sí es factible la fabricación de nuevos y más eficientes modelos de cocinas a base de leña que al emplear una chimenea, el humo y por consiguiente los contaminantes, pueden ser sacados de las viviendas.

Una estufa mejorada, estufa ecológica o estufa ahorradora, es una unidad modular (fija o móvil) que utiliza leña como combustible. Pueden ser de diversos tipos (Tabla 2), pero indistintamente a todas las caracteriza la presencia de un espacio destinado a la combustión de la leña, y en el caso de las fijas la cámara de combustión cuenta con una chimenea para sacar el humo.

Tabla 2. Tipos de Estufas Ahorradoras

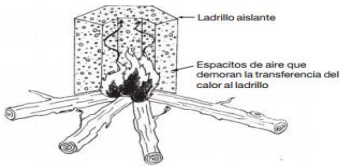

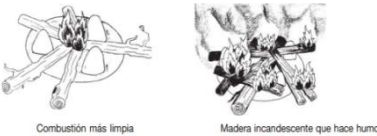



Tipo	Características
Tradicional fija (Lorena)	<ul style="list-style-type: none"> • Usada en áreas rurales por hogares con más recursos. • Conveniente, puede usarse cualquier biomasa; tiene chimenea. • Quema más eficientemente (aproximadamente 50%) que las de tres ladrillos; reducción significativa de Contaminación de aire interior (CAI).
Mejorada fija	<ul style="list-style-type: none"> • Versiones mejoradas de diseño tradicional; difíciles de percibir a simple vista, las mejoras son internas • Más eficiente hasta en un 55% sobre una estufa tradicional fija. Reduce emisiones de partículas en un 86%; muy pocas emisiones en la cocina si se usa bien • Incluye horno, reserva de agua y chimenea.
Tradicional Artesanal Móvil	<ul style="list-style-type: none"> • Hecha por artesanos en las grandes ciudades; hay versiones de menor calidad en provincia. • Eficiencia y emisiones desconocidas, pero más eficiente y limpia que los métodos tradicionales • Incluye una chimenea y opciones como horno y una parrilla para carbón.

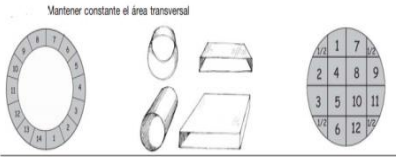
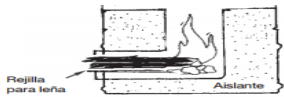
Estufa Patsari	<p>Utiliza el mismo principio de construcción que la estufa Lorena, aunque se le han realizado cambios importantes en las medidas críticas interiores de la estufa, los cuales fueron propuestos por el Instituto de Ingeniería de la UNAM, probados en el Laboratorio y validados por usuarias de las comunidades de Jarácuaro, Nocutzepo y Urandén de Morelos (México): Se optimizó la forma de la cámara de combustión el lugar donde se quema la leña para producir una combustión limpia y eficiente; cuenta con tres comales de hierro, uno grande al frente y dos pequeños atrás, para facilitar la transferencia de calor y permitir que con el mismo fuego se puedan cocinar simultáneamente hasta tres platillos.</p>
Estufa Onil	<ul style="list-style-type: none"> • Es una estufa ahorradora de leña de dos hornillas, excelente en el ahorro de leña; su estructura es prefabricada, elaborada con cemento y arena. • Es de fácil manejo, su calentamiento es excelente y sus características prácticas son: facilidad de transporte e instalación, facilidad de mantenimiento y movilidad. • Se puede construir en tan solo una hora con todos los materiales: cámara de combustión, chimenea y dos tubos, bloques, arena y ladrillos de barro. • No duran mucho tiempo ya que su mantenimiento no siempre es adecuado en las condiciones rurales.

Fuente: Global Alliance for Clean Cookstoves 2012 y Proyecto Centro de Desarrollo Rural 2010.

Para asegurar el adecuado funcionamiento de las estufas, es necesario que en la construcción se consideren los siguientes criterios de diseño:

Tabla 3. Principios para la fabricación de estufas de leña.

Principio	Figura ilustrativa
1. En la medida de lo posible, es necesario aislar alrededor del fuego con materiales livianos y resistentes al calor.	 <p>Ladrillo aislante Espacios de aire que demoran la transferencia del calor al ladrillo</p>
2. Instalar una chimenea corta y aislada directamente encima del fuego.	
3. Calentar y quemar las puntas de los palos a medida que se meten al fuego.	 <p>Combustión más limpia Madera incandescente que hace humo</p>
4. Crear temperaturas altas y bajas según la cantidad de leña que se mete al fuego.	 <p>Fuego lento Fuego alto</p>
5. Mantener una corriente de aire buena y rápida en todo el carburante.	 <p>Mantener una buena corriente de aire</p>
6. La falta de corriente de aire en el fuego resulta en humo y exceso de carbón.	 <p>Equilibrar la corriente de aire en una estufa de varias ollas</p>

<p>7. La abertura al fuego, el tamaño de los espacios dentro de la estufa por donde pasan los gases calientes y la chimenea externa deben ser aproximadamente del mismo tamaño. Esto se llama mantener una superficie transversal consistente y ayuda a mantener una corriente pareja en la estufa.</p>	
<p>8. Usar una reja debajo del fuego.</p>	
<p>9. Aislar la trayectoria del aire caliente.</p>	
<p>10. Aumentar el intercambio térmico de la olla con espacios adecuados.</p>	

Fuente: Aprovecho Research Center, Principios de diseño para estufas de cocción con leña 2006.

El proceso de adopción de estufas mejoradas es complejo y relativamente pocos esfuerzos se han dirigido respecto a ella (Ruiz M., et al. 2011), pero en los últimos años se han realizado diversos estudios que atestiguan las ventajas de su uso. Berrueta et.al (2007) analizaron y compararon el desempeño de una estufa eficiente de tipo Patsari Ebullición de Agua y Cocción Controlada de Alimentos, respecto a fogones tradicionales de fuego abierto en la comunidad rural de Michoacán (México), logrando una reducción del 67% en el consumo de energía y un ahorro del 44% del combustible. Bailis et.al (2009) llevaron a cabo estudios en Estados Unidos, India, y México, comparando el desempeño energético de una estufa eficiente Patsari y una estufa tradicional de fuego abierto bajo Pruebas de Ebullición de Agua (WBT por sus siglas en inglés), que dieron como resultado una disminución del consumo de combustible entre 19% y 67% de la estufa Patsari respecto a la estufa tradicional.

Lora (2011) diseñó y construyó un prototipo de estufa isleña tipo Rocket en la región de Haití de acuerdo a las necesidades y cultura de la región, que logró un ahorro de combustible del 44% al momento de hervir agua en un ambiente controlado (sin

corrientes de aire) y del 31% al cocer alimentos en un lugar techado y abierto. En ambas pruebas, el tiempo de cocción fue inferior en la estufa mejorada. Álvarez P (2011) construyó cinco (5) prototipos de cocinas mejoradas compuestas por una cámara de combustión tipo Rocket o “L”, que fueron evaluadas mediante el test de Ebullición de Agua, obteniendo un ahorro de combustible de 42% respecto a una cocina tradicional y logrando reducir la contaminación intradomiciliaria a un valor promedio de emisión de monóxido de carbono de 3.9 ppm.

Orozco et.al (2012) analizaron la disminución en el consumo de leña de las comunidades indígenas de Santa Ana Nichi y San Agustín Mextepec (México) transcurrido un año desde la construcción de las estufas ahorradoras, obteniendo un ahorro de leña del 42% y del 68% respectivamente; y resaltando la importancia de no modificar el dispositivo después de construido, realizar mantenimientos periódicos que consisten en limpiar la chimenea y retirar las cenizas de la cámara de combustión para ampliar su tiempo de vida y conservar su correcto funcionamiento. May T (2013) a partir de mediciones diarias antes y después de la instalación de estufas Lorena mejorada, determinó el consumo de leña de 16 familias rurales en la provincia de Elías Piña (zona fronteriza de República Dominicana). Los resultados arrojaron un consumo medio anual de 2.689 toneladas cocinando de forma tradicional, frente a las 1.476 toneladas utilizando la estufa Lorena mejorada. El ahorro promedio anual fue de 1.214 toneladas o 44.1%.

En Colombia, 7,1 millones de personas, es decir, el 15% de la población, depende de la utilización tradicional de biomasa (International Energy Agency 2014) sufriendo las consecuencias derivadas de su uso. Estudios epidemiológicos confirman que la exposición al humo de leña es un factor de riesgo a Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica (EPOC) y a cáncer de cuello uterino en mujeres infectadas con el virus del papiloma humano; y un estudio comisionado por el Banco Mundial señala que para reducir la pobreza en el país es necesario considerar la contaminación intradomiciliaria como una prioridad ambiental. Pese a esto, en Colombia no se han utilizado estas valiosas fuentes de información para caracterizar dicha problemática y actualmente no existe ninguna intervención por parte de las autoridades gubernamentales a nivel nacional para abordarla (Soto Moreno 2013), cuantificarla o atenderla oportunamente a

pesar de ser el diario vivir de la mitad de los hogares rurales en el país. (Aristizábal J., Cárdenas L. y León R 2014)

A nivel nacional, en los departamentos de Antioquia y Santander, se han realizado programas que buscan la implementación de las estufas ahorradoras, pero estos se ven limitados a su jurisdicción. Se destaca la labor realizada por la Fundación Natura que en el año 2007 comenzó la iniciativa de “Estufas eficientes de leña”, con el apoyo de MacArthur Foundation, al efectuar cambios sustantivos en las estufas que consistieron en la incorporación de una cámara de combustión tipo “Rocket” y la instalación de una chimenea, logrando optimizar la forma de uso de leña en la población del Corredor de Robles, departamento de Santander. Posteriormente, se evaluaron los prototipos con el test de cocción controlada (CCT) arrojando una mejoría del 14% en el consumo específico de combustible, que es una cifra pequeña, pero promisorio en términos generales. Dos (2) años después, se comprobó el funcionamiento de la estufa bajo condiciones reales de operación aplicando el test de rendimiento de cocina (KPT) y se obtuvo un ahorro entre el 11 y el 15% de leña por estufa eficiente, respecto al fogón tradicional, aunque con muchas variaciones entre familias (Aristizábal et al. 2014). En el marco del anterior proyecto, en el municipio de Encino (Santander), se construyeron tres prototipos de estufas mejoradas con una modificación en la cámara de combustión y que se evaluaron con la Prueba de Cocción Controlada (CCT por sus siglas en inglés), permitiendo un ahorro del 14% respecto a la estufa tradicional, es decir, un ahorro de 0.86 toneladas de leña al año por familia, y una reducción de 1.85 toneladas equivalentes CO₂ por estufa mejorada. (Aristizábal H 2010)

2 MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 ÁREA DE ESTUDIO

El presente estudio se llevó a cabo en la vereda Quebrada del Medio (Corregimiento de Pueblo Bujo) localizada en las coordenadas 8°34' 28.8" N y 76° 13' 15.9" W, ubicada a 60.6 km del municipio de Montería (Anexo 2). La zona está compuesta por aproximadamente 45 familias que no cuentan con ningún servicio básico domiciliario; el abastecimiento de agua se realiza a través de jagüeyes o sistemas de captación de agua lluvia. En el caso de la energía se presenta una situación particular; al ser una zona localizada en los límites de los departamentos de Córdoba y Antioquia, las viviendas ubicadas en jurisdicción del departamento de Antioquia cuenta con el servicio de energía eléctrica, en cambio, las viviendas que se encuentran en el departamento de Córdoba utilizan velas o lámparas de ACPM (tipo mechón) para iluminar sus viviendas. Existe la excepción de una (1) vivienda que suministra su electricidad mediante un motor a base de ACPM y una (1) donde se encuentra instalado un Sistema de Paneles Fotovoltaicos (Anexo 3).

2.2 MÉTODOS

El proyecto se enmarcó en la investigación de tipo experimental y el método comparativo, basados en protocolos internacionales que permitieron comprobar y medir la eficiencia de las cocinas ecológicas frente a los tradicionales fogones a fuego abierto, en términos de consumo de leña y tiempo.

2.3 DISEÑO METODOLÓGICO

2.3.1 DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE LAS COCINAS ECOLÓGICAS

Se diseñaron y construyeron dos (2) cocinas ecológicas basadas en el modelo de cocina mejorada rectangular del Grupo – PUCP, de la Pontificia Universidad Católica del Perú, con modificaciones en cuanto a dimensiones y material de construcción. Las cocinas ecológicas se construyeron de dos materiales (bloque y ladrillo) con el propósito de realizar una comparación del desempeño energético vs el tipo de material utilizado.

El sitio escogido para la construcción fueron dos (2) viviendas ubicadas en las coordenadas 8° 34' 29.6" N y 76° 13' 10.7" W, y 8° 34' 26.4" N y 76° 13' 07.3" W, que cumplieran con las características (paredes de tablas de madera y techos de palma y/o láminas de eternit) de la mayoría de los hogares presentes en el área de estudio.

La etapa de construcción tuvo una duración de un (1) día por cocina ecológica y se ejecutó de acuerdo a las especificaciones técnicas del diseño (Anexo 4). A continuación se detalla el paso a paso del proceso constructivo de las cocinas ecológicas. En el Anexo 5 se encuentra el registro fotográfico.

1. Se delimitó el área de construcción para las cocinas ecológicas (0.8 x 0.8 m).
2. Se adecuó el suelo con la ayuda de una pala y un pisón. Comprobando el proceso con un nivel de burbuja.
3. Se construyeron las paredes de las cocinas hasta una altura de 0.57 x 0.8 x 0.8 m, con bloque o ladrillo y concreto.
4. A partir de los 0.57 m de alto se dejó un espacio a un costado destinado a la cámara de combustión (Ancho: 0,2 m, Profundidad: 0,4 m y Alto: 0,1 m)
5. En el borde de la cámara de combustión se instalaron tres (3) varillas de hierro de 3/8 cada una y con un diámetro de 0.4 m, que sirvieron de soporte a los bloques o ladrillo superiores.
6. Se levantaron paredes de 0.21 m de bloque o ladrillo y concreto dejando al descubierto la mitad de la cámara de combustión, el espacio del ducto para la conducción del humo (Largo: 0.40 m y Ancho: 0.16 m) y el lugar de la chimenea (0.2 x 0.2 m), luego, encima de la cámara de combustión se colocaron tres (3) varillas de hierro 3/8 de 0.45 m que serán el soporte a la olla.
7. Al final, se instaló la hornilla a 0.2 m del borde derecho y a 0.01 m de la chimenea, verificando con un nivel de burbuja que estuvieran niveladas. Para el caso de la cocina de bloque, se revocó con una mezcla de arena menuda y cemento, y en la cocina de ladrillo se rellenaron los espacios.

Transcurrida una semana desde la construcción, se realizó una prueba de ensayo donde se evidenció que la llama no llegaba directo al fondo de la olla y el fuego se perdía por el ducto que lleva a la chimenea, ocasionando que en la prueba de ebullición de agua se




obtuvieran tiempos por fase de más de una (1) hora y una duración similar en prueba de cocción controlada de alimentos (Anexo 6). Para dar solución a estos inconvenientes se realizaron pequeñas modificaciones a las cocinas: en la entrada del conducto del humo se colocó una pieza de bloque o ladrillo de 0.13 m de alto por 0.12 m de ancho, con el objetivo de evitar la entrada de aire por la chimenea y para que el fuego se mantenga directamente bajo la olla se colocó un bloque o ladrillo de 0,09 m de alto por 0,2 m de ancho y 0,4 m de largo.

Las especificaciones técnicas de la cocina de ladrillo y bloque se muestran en la Tabla 4 y Tabla 5, respectivamente.

Tabla 4. Especificaciones técnicas de cocinas ecológicas: Ladrillo

<div></div> <div>IMPLEMENTACIÓN Y EVALUACIÓN DE COCINAS ECOLÓGICAS EN LA VEREDA QUEBRADA DEL MEDIO, CORREGIMIENTO DE PUEBLO BUJO, ZONA RURAL DEL MUNICIPIO DE MONTERÍA.</div>	
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE COCINAS ECOLÓGICAS	
<div>MATERIAL: Ladrillo</div> <div>DIMENSIONES</div> <div>Altura: 0.81 m</div> <div>Base: 0.8 x 0.81 m</div> <div>Cámara de Combustión:</div> <div><div>- Ancho: 0.2 m</div><div>- Alto: 0.1 m</div><div>- Profundidad: 0.40 m</div></div> <div>Chimenea:</div> <div><div>- Alto: 3 m</div><div>- Ancho: 0.2 x 0.2 m</div></div> <div>Hornilla:</div> <div><div>- Largo: 0.53 m</div><div>- Ancho: 0.51 m</div></div> <div>Ducto de conducción del humo: 0.4 m</div> <div>ACCESORIOS:</div> <div>2 Anillos removibles de 0.1 m y 0.05 m.</div>	<div></div> <div></div>

Tabla 5. Especificaciones técnicas de cocinas ecológicas: Bloque

	<p align="center">IMPLEMENTACIÓN Y EVALUACIÓN DE COCINAS ECOLÓGICAS EN LA VEREDA QUEBRADA DEL MEDIO, CORREGIMIENTO DE PUEBLO BUJO, ZONA RURAL DEL MUNICIPIO DE MONTERÍA.</p>
<p align="center">ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE COCINAS ECOLÓGICAS</p>	
<p>MATERIAL: Bloque</p> <p>DIMENSIONES</p> <p>Altura: 0.82 m</p> <p>Base: 0.8 x 0.8 m</p> <p>Cámara de Combustión:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ancho: 0.2 m - Alto: 0.1 m - Profundidad: 0.4 m <p>Chimenea:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Alto: 3 m - Ancho: 0.2 x 0.2 m <p>Hornilla:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Largo: 0.53 cm - Ancho: 0.51 cm <p>Ducto de conducción del humo: 0.4 m</p> <p>ACCESORIOS:</p> <p>2 Anillos removibles de 0.1 m y 0.05 m</p>	 

2.3.2 EVALUACIÓN DE LAS COCINAS ECOLÓGICAS

La evaluación de la eficiencia de las cocinas ecológicas se realizó a través de la aplicación de dos (2) pruebas: *Prueba de Ebullición de Agua* y *Prueba de Cocción Controlada de Alimentos*ⁱⁱ.

2.3.2.1 PRUEBA DE EBULLICIÓN DE AGUA

La prueba de Ebullición de Agua consiste en una simulación simple que representa la cocción y tiene como objetivo medir la eficiencia de la estufa para calentar el agua. Para comenzar, se determinó el punto de ebullición local colocando en un fogón de tres piedras una olla con cuatro (4) litros de agua a temperatura ambiente controlando el aumento de su temperatura con un termómetro digital hasta que hirvió. Se pesaron (Figura 1) dos (2) kg de leña (Figura 2) para cada fase (Inicio Frío – Inicio Caliente – Fuego Lento). El tipo de leña escogida fue Matarratón (*Gliricidia Sepium*), de uso común en la zona. El corte de la leña se realizó el día anterior a la aplicación de la prueba, almacenándose en un lugar cerrado y seco para evitar alteración en sus condiciones de humedad.



Figura 1. Pesaje de la leña



Figura 2. Leña utilizada

ⁱⁱ Nota aclaratoria: Ambas pruebas se basaron en los protocolos establecidos por The Global Alliance for Clean Cookstoves que se encuentran disponibles en su página web.

2.3.2.1.1 INICIO FRÍO

Se llenó una olla previamente pesada, con cuatro (4) litros de agua a temperatura ambiente (Figura 3). Se midió la temperatura del material dentro de la cámara de combustión (Figura 4) y en las paredes exteriores.

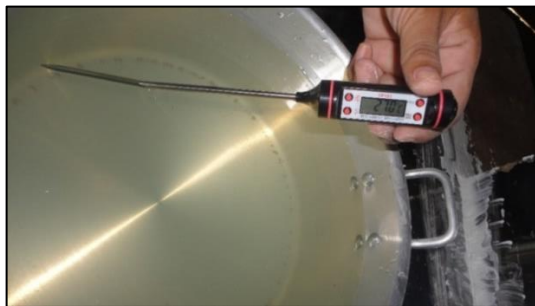


Figura 3. Medición de la temperatura del agua



Figura 4. Temperatura dentro de la cámara de combustión

El fuego se inició con dos (2) kg de leña y se agregó ACPM para humedecer las puntas de los tizones y facilitar el encendido. Se registró la hora de inicio y se colocó la olla. Cuando el agua alcanzó su punto de ebullición (Figura 5) se bajó la olla del fuego y se registró la hora; se retiró la leña semiquemada, se pesó con la cantidad que no se utilizó y se apuntó el peso total.



Figura 5. Punto de Ebullición del agua

Se pesó la olla con el agua, se registró el dato y se descartó el agua en un recipiente dispuesto para tal fin. Se volvió a medir la temperatura del material y se dio inicio a la fase de Inicio Caliente.

2.3.2.1.2 INICIO CALIENTE

Se repitió el procedimiento inicial realizado en la fase de Inicio Frío. Cuando el agua alcanzó su punto de ebullición se retiró la olla del fuego, se pesó y rápidamente se colocó sobre un fogón para mantener la temperatura cerca del punto de ebullición (Figura 6). Se retiró toda la leña semiquemada, se pesó con la cantidad restante sin utilizar y se apuntó el resultado. Se procedió a dar inicio de la fase a Fuego Lento.



Figura 6. Fogón utilizado para mantener la temperatura del agua

2.3.2.1.3 FUEGO LENTO

Se reencendió el fuego con la leña restante de la fase anterior con una mínima cantidad de los dos (2) kg previamente pesados, se colocó la olla y se controló que la temperatura se mantuviera hasta 3°C por debajo del punto de ebullición durante 45 minutos (Figura 7). Transcurrido este tiempo, se retiró la olla del fuego, se pesó y se dispuso el agua en un recipiente. Se retiró la leña semiquemada y se pesó junto a la leña sobrante.



Figura 7. Temperatura del agua al finalizar la fase de Fuego Lento

2.3.2.2 PRUEBA DE COCCIÓN CONTROLADA DE ALIMENTOS

Esta prueba comparó la cantidad de leña y el tiempo empleado por la estufa en la cocción de una comida diaria normal. Para efectos del presente estudio el tipo de comida escogida fue Arroz.

Se utilizó una olla de 0.24 m de diámetro y dos (2) kg de leña de tipo Matarratón. En la Tabla 6 se muestran los ingredientes y cantidades utilizadas.

Tabla 6. Ingredientes y cantidades utilizadas en la cocción del arroz

Ingrediente	Cantidad
Aceite	2 cucharadas
Sal	¼ cucharada
Arroz	0.45 kg
Agua	0.75 L

La prueba se llevó a cabo de la forma que es preparado el arroz tradicionalmente, así:

PASO 1: Se colocó la olla con 0.75 L de agua y ¼ cucharada de sal, cuando el agua hirvió se le agregaron los 0.45 kg el arroz.

PASO 2: Se agregó el aceite y se movió hasta integrar completamente.

PASO 3: Una vez el agua se ha secado, se revuelve y se tapa.

La prueba finalizó cuando el arroz estuvo cocido. Luego se retiró y pesó la leña semiquemada junto a la leña restante, dejando únicamente las brasas dentro de la cámara de combustión

La evaluación de las cocinas se dividió en dos (2) etapas. En la primera etapa (Diciembre de 2015) se realizaron Pruebas de Ebullición de Agua y Cocción Controlada de Alimentos, en las cocinas ecológicas construidas y en el fogón a fuego abierto (prueba control) que sirvieron de guía para las mediciones de seguimiento (etapa 2) realizadas en los meses de enero, febrero y marzo de 2016. Las pruebas se repitieron tres (3) veces por mes en cada tipo de cocina ecológica. Los datos se registraron en formatos (Anexo 7) y se tabularon (Anexo 8 y Anexo 9). Los datos recolectados en la prueba inicial y en las mediciones de seguimiento se analizaron en conjunto para realizar las respectivas comparaciones.

Las variables que se consideraron fueron el tiempo de cocción y consumo de leña, y la variación en la temperatura del material de construcción al iniciar y finalizar las fases de la prueba de ebullición de agua.

Los materiales que se utilizaron fueron:

- 1 Termómetro infrarrojo láser (Medir la temperatura de las cocinas durante las pruebas)
- 1 Termómetro digital (Medir la temperatura del agua en la Prueba de Ebullición de Agua)
- 2 recipientes de acero inoxidable de igual marca, de 0.24 m de ancho y con capacidad para 6.5 litros
- 1 Balanza digital (Pesar el agua utilizada en la Prueba de Ebullición de Agua)
- 1 Cronómetro
- 1 Peso analógico (Pesar la leña utilizada en ambas pruebas)
- 1 Anemómetro (Medir la temperatura ambiente y la velocidad del viento)

2.3.2.3 DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO

La evaluación estadística y diseño experimental aplicado al presente estudio fue desarrollada bajo un Diseño en Bloques Completamente al Azar (DBCA) para la prueba de Ebullición, mientras que para la Prueba de Cocción Controlada de Alimentos se aplicó un Diseño Completamente al Azar (DCA) con distintas repeticiones por tratamiento. Los datos fueron sometidos a un análisis de varianza (ANOVA) y una prueba de comparación de medias de Tukey ($p \leq 0.05$).

Los modelos usados para comparar las diferentes cocinas en la Prueba de Ebullición se plantearon de la siguiente forma:

$$y_{ij} = \mu + \alpha_j + \rho_i + \varepsilon_{ij} \quad (1)$$

y_{ij} : Es la medición bajo la cocina j en la fase i .

μ : Es la media general

α_i : Es el efecto medio adicional del tipo de cocina j .

ρ_i : Es el efecto medio adicional de la fase i .

ε_{ij} : Es el error de medición bajo el j –ésimo tipo de cocina en la fase i .

Los modelos usados para comparar las diferentes cocinas en la Prueba de Cocción de Alimentos se plantearon de la siguiente manera:

$$y_{ij} = \mu + \alpha_i + \varepsilon_{ij} \quad (2)$$

y_{ij} : Es la medición bajo la cocina i en la j –ésima repetición.

μ : Es la media general

α_i : Es el efecto medio adicional del tipo de cocina i .

ε_{ij} : Es el error de medición bajo el i –ésimo tipo de cocina en la repetición j .

2.3.3 LEVANTAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Se realizó una encuesta (Anexo 10) para caracterizar las condiciones socioeconómicas de la población, antecedentes de enfermedades pulmonares, consumo aproximado de leña (kg) y tiempo (h) empleado en la cocción de los alimentos.

3 RESULTADOS Y DISCUSIONES

3.1 EFICIENCIA DE LAS COCINAS ECOLÓGICAS

3.1.1 PRUEBA DE EBULLICIÓN DE AGUA (PEA)

El punto de ebullición local fue de 99.2°C. En la Tabla 7 y Tabla 8 se muestran los resultados obtenidos para las variables de tiempo de ebullición, leña restante, leña consumida (para una cantidad de leña inicial de 2 kg), y temperatura final del material, respectivamente.

Los valores generados a partir de la prueba de ebullición de agua permitieron evidenciar que las diferentes cocinas presentan diferencias estadísticamente significativas ($p \leq 0,05$) en cuanto al tiempo de ebullición y porcentaje (%) de leña restante, y temperatura final del material. La prueba de Bartlett y Shapiro Wilk, explican que existe homogeneidad y normalidad entre los datos obtenidos (Anexo 11).

Tabla 7. Resultados de tiempo de ebullición, consumo y leña restante en la prueba de Ebullición de Agua

Tipo de cocina	Tiempo de ebullición (min)	Leña restante (kg)	Leña restante (%)	Leña consumida (kg)	Leña consumida (%)
Fuego Abierto (Control)	30.00±13.23a	1.14±0.12b	56.83±5.75b	0.86	43.17
Bloque	27.75±13.32b	1.45±0.17a	72.63±8.71a	0.55	27.37
Ladrillo	25.64±14.90b	1.53±0.19a	76.64±9.44a	0.47	23.36

Tabla 8. Temperatura final del material en la prueba de Ebullición de Agua

Tipo de cocina	Temperatura final del material (°C)
Fuego Abierto (Control)	264.59±38.10b
Bloque	309.15±53.11a
Ladrillo	336.90±45.58a

Cabe resaltar, que las letras **a** y **b** que acompañan los datos indican la existencia o no, de diferencias estadísticamente significativas. Las letras iguales indican que no hay diferencia y letras distintas indican que estadísticamente hay diferencias. El promedio ± es la desviación estándar entre los resultados obtenidos.

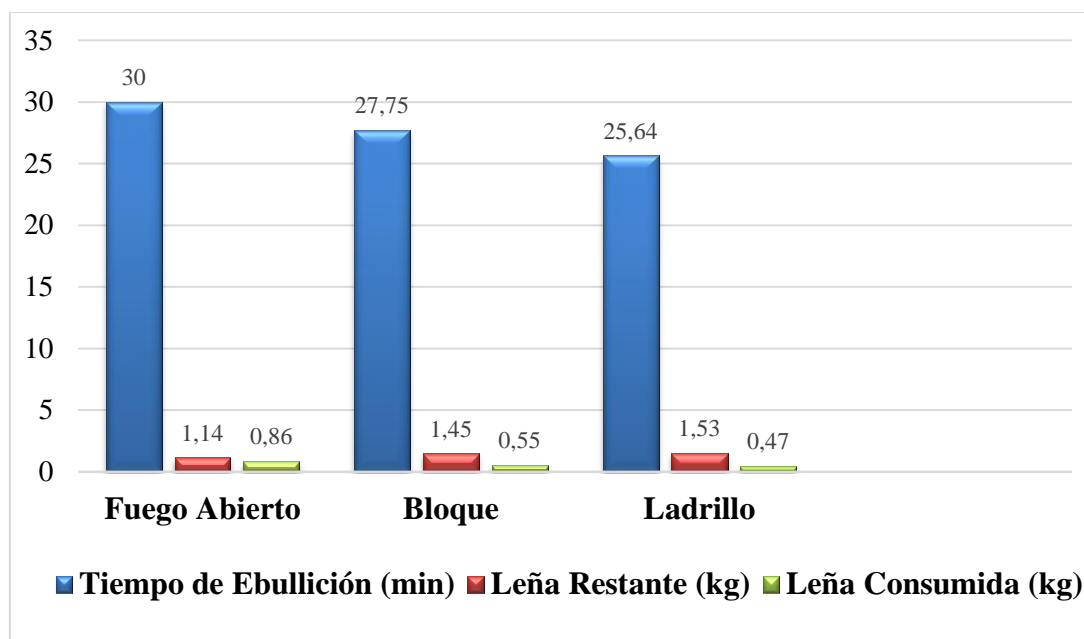


Gráfico 1. Tiempo de ebullición, consumo y leña restante en la prueba de Ebullición de Agua

En el Gráfico 2 se puede observar que para el tiempo de ebullición el valor más alto corresponde al fogón “a tres piedras” y el más bajo se presentó en la cocina ecológica de Ladrillo. La cocina ecológica de Ladrillo se destacó (25.64 minutos), pero no presentó diferencias significativas respecto a la cocina ecológica de Bloque (27.75 minutos), pero sí respecto a la cocina a Fuego Abierto (Control) (30 minutos). Entre los dos últimos tipos de cocinas no existieron diferencias significativas.

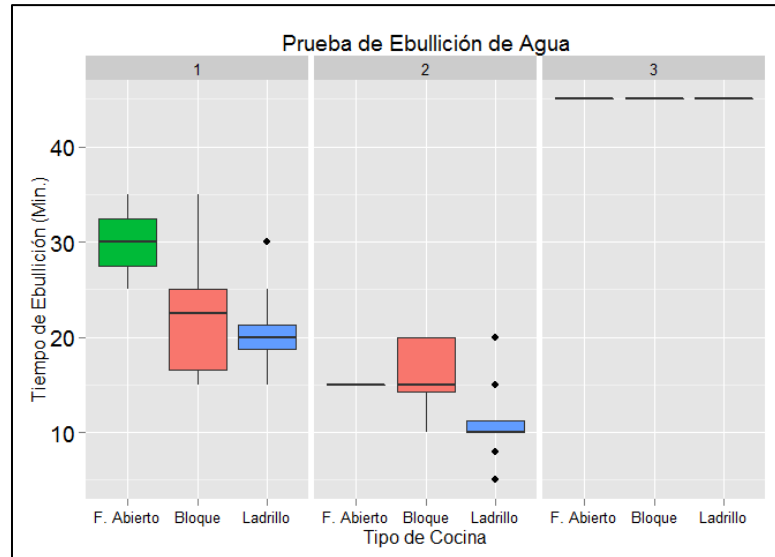


Gráfico 2. Tiempo de Ebullición de Agua

El Gráfico 3 correspondiente al porcentaje (%) de leña restante muestra comportamientos semejantes entre las distintas fases de la prueba (Inicio Frío – Inicio Caliente – Fuego Lento). Se presentó el mayor gasto de leña en la cocina a fuego abierto (Control) y el menor consumo se registró en la cocina ecológica de ladrillo. No existieron diferencias significativas entre los consumos promedios de las cocinas ecológicas de bloque y la de ladrillo, pero se destacó esta última con un 76.64%. La cocina a fuego abierto mostró un consumo mayor con un 56.86% de leña restante al finalizar la prueba.

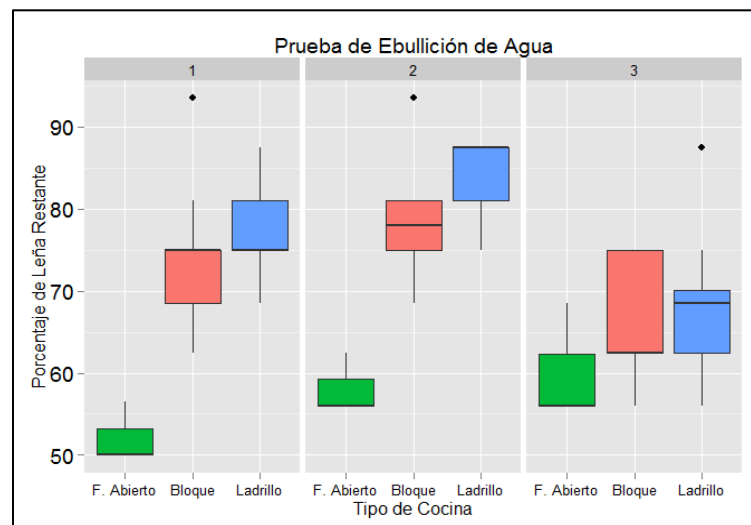


Gráfico 3. Porcentaje de leña restante en la Prueba de Ebullición de Agua

El Gráfico 4 muestra la temperatura final del material. Se observan mediciones más altas en la fase tres (3) o de Fuego Lento en las diferentes cocinas evaluadas, destacándose el predominio de la cocina ecológica de ladrillo. La cocina a Fuego abierto (Control) presentó la temperatura más baja (264.59°C) mostrando diferencias estadísticamente significativas con relación a los otros tipos de cocina. No hubo diferencias significativas entre la temperatura de la cocina ecológica de Bloque (309.15°C) y la de Ladrillo (336.9°C).

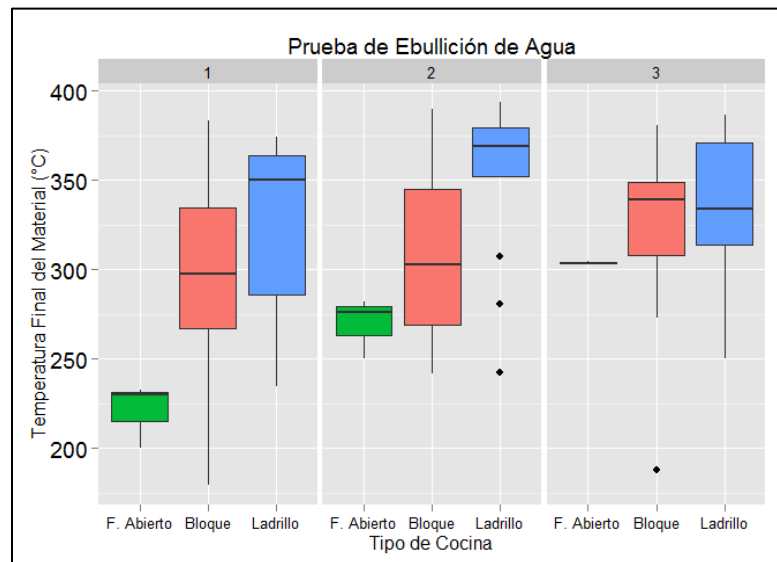


Gráfico 4. Temperatura final del material en la Prueba de Ebullición de Agua

Al comparar los resultados obtenidos en los prototipos de bloque y ladrillo (72.63% y 76.64%, respectivamente), con estudios similares a nivel internacional se evidencia un mayor ahorro en cuanto a combustible que lo reportado por Lora (2011) con 56% en el ahorro de combustible para una estufa Isleña en Puerto Príncipe y en Arreguy, Haití. También, una prueba similar por Aristizábal H (2014) demuestra un ahorro de combustible del 33% en una estufa mejorada FN diseñada por la Fundación Natura y basada en la estufa ICA-1791.

3.1.2 PRUEBA DE COCCIÓN CONTROLADA DE ALIMENTOS (CCA)

En la Tabla 9 y Tabla 10, se muestran los resultados de la prueba de cocción controlada de alimentos.

Se evidenció la existencia de diferencias significativas ($p \leq 0,05$) entre los diferentes tipos de cocina respecto al tiempo de tapado y la cantidad de leña restante. No se presentaron diferencias ($p > 0,05$) en relación al tiempo de cocción. Nuevamente las pruebas de Bartlett y Shapiro Wilk, corroboraron la existencia de homogeneidad y normalidad entre los datos obtenidos (Anexo 12).

Tabla 9. Resultados de tiempo de tapado, cantidad de leña restante y leña consumida en la prueba de Cocción Controlada de Alimentos

Tipo de cocina	Tiempo de tapado (min)	Leña restante (kg)	Leña restante (%)	Leña consumida (kg)	Leña consumida (%)
Fuego Abierto (Control)	21.00±1.73a	0.92±0.14b	45.83	1.08	54.17
Bloque	11.75±2.09b	1.46±0.13a	72.88	0.54	27.12
Ladrillo	10.25±2.05b	1.61±0.12a	80.71	0.39	19.29

Tabla 10. Tiempo de Cocción en la prueba de Cocción Controlada de Alimentos

Tipo de cocina	Tiempo de cocción (min)
Fuego Abierto (Control)	14.00±2.65a
Bloque	13.33±3.06a
Ladrillo	13.83±5.98a

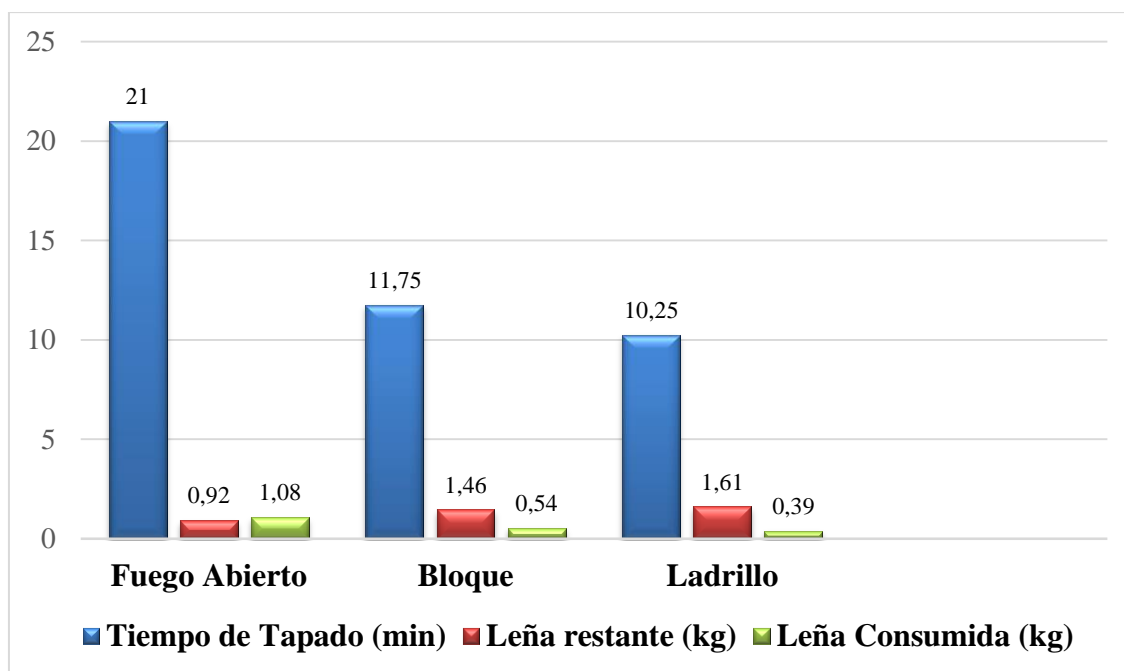


Gráfico 5. Tiempo de tapado, cantidad de leña restante y leña consumida en la prueba de Cocción Controlada de Alimentos

Fuente: Elaborado a partir de la Tabla 9. Resultados de tiempo de tapado, cantidad de leña restante y leña consumida en la prueba de Cocción Controlada de Alimentos

En el Gráfico 6 se muestra el tiempo de tapado. Se puede observar que los tiempos más altos correspondieron a la cocina a Fuego Abierto y las menores mediciones se dieron en las cocinas ecológicas de Bloque y de Ladrillo. Se destaca la cocina a Fuego Abierto (21 minutos) en el tiempo de tapado, como la medición promedio más alta, mostrando la existencia de diferencias significativas con relación al resto de cocinas. No hay diferencias estadísticamente significativas entre la cocina ecológica de Ladrillo (10.25 minutos) y la de Bloque (11.75 minutos).

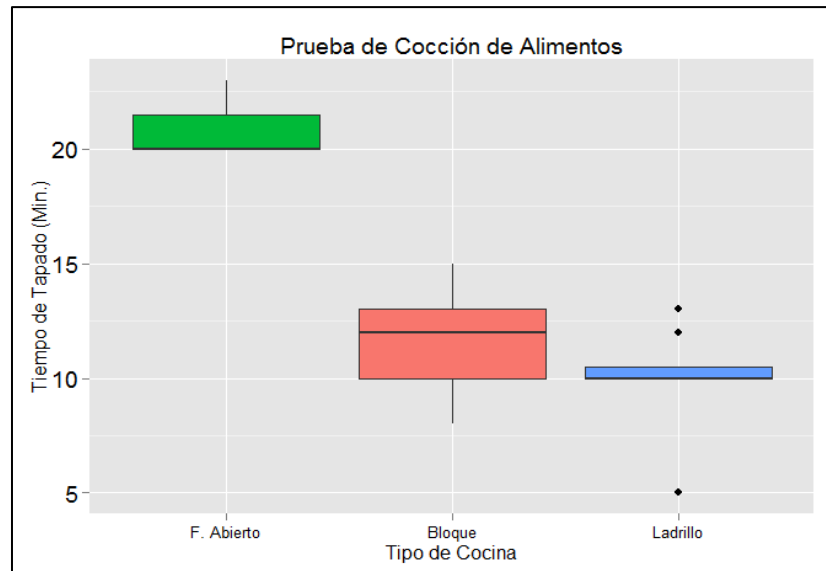


Gráfico 6. Tiempo de tapado del Arroz

Para el tiempo de cocción (Gráfico 7) se observa una mayor variabilidad en las mediciones de la cocina ecológica de Ladrillo, pero no parece haber diferencias entre los tiempos medios de cocción.

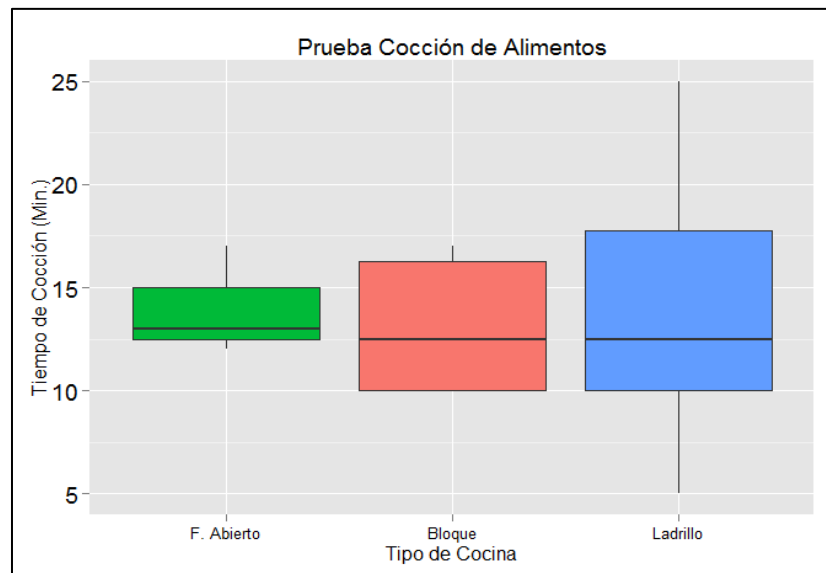


Gráfico 7. Tiempo de cocción del Arroz

El Gráfico 8 muestra el porcentaje de leña al finalizar la prueba en cada una de las cocinas y en la prueba control. Gráficamente se puede observar que la cocina a Fuego Abierto presentó los consumos más altos de leña y los más bajos en la cocina ecológica

de Ladrillo. No hubo diferencias significativas entre la cocina ecológica de Bloque (72.88 %) y la de Ladrillo (80.71%), sin embargo existió diferencias entre los tipos de cocina mencionados y la cocina a Fuego Abierto (Control) (45.83%).

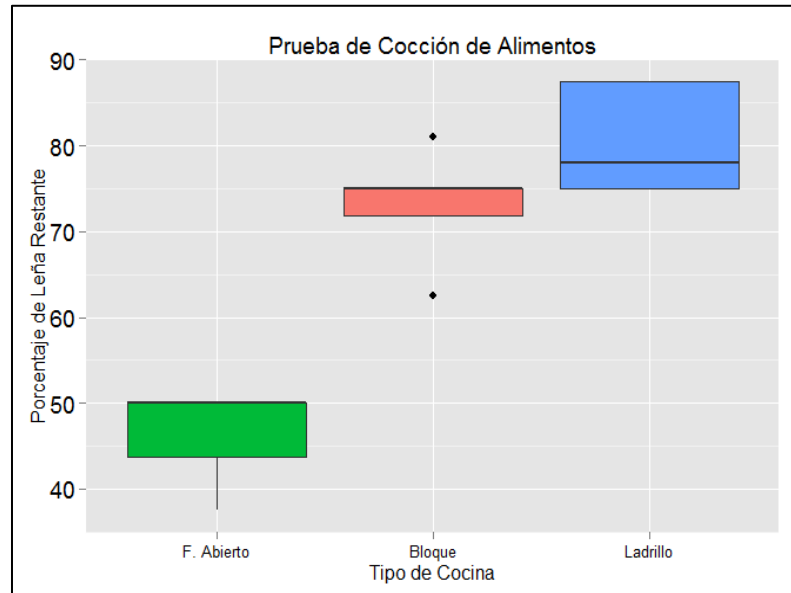


Gráfico 8. Porcentaje de leña restante en la Prueba de Cocción Controlada de Alimentos

Al comparar los resultados obtenidos en las cocinas ecológicas construidas (Bloque con 72.88% y Ladrillo con 80.71%), se destaca un ahorro de leña por encima de lo reportado al implementar estufas ahorradoras en la cocción de alimentos en la comunidad de San Agustin Mextepec (48% de ahorro de leña) y del 12% para la comunidad de Santa Ana Nichi, en México (Orozco H. et.al 2012), y el obtenido por Lora (2011) con un ahorro del 69% en la aplicación de la prueba de cocción de arroz.

La evaluación de las cocinas ecológicas construidas en la vereda Quebrada del Medio, arrojó un mejor comportamiento en la cocina de **Ladrillo** que en la de **Bloque**, y que se fundamenta en la materia prima y el proceso de manufactura de ambos materiales: El bloque está conformado por agregados unidos por un aglomerante (cemento) y secados al ambiente; el ladrillo, formado por arcilla, pasa por un complejo proceso de fabricación.

La arcilla es el resultado de agentes de meteorización físico - químicos que actúan sobre la roca madre original, se las considera como acumulaciones naturales, consolidadas o

no, de tamaño de grano fino y otros minerales acompañantes (como cuarzo, feldespatos, carbonatos, etc.) y endurecen cuando son secadas o sometidas a tratamientos térmicos a alta temperatura (Díaz R, L y Torrecillas S, R 2002), característica que es aprovechada en el proceso de cocción durante la fabricación del ladrillo y que provoca complejas reacciones regidas por su composición química y mineralógica. El agua absorbida se pierde a 120 °C, entre 200 – 300 °C se pierde el agua combinada, entre 600 – 700 °C la arcilla se descompone y finalmente entre los 800 – 1000 °C ocurre la cristalización de nuevos compuestos. Los ladrillos sufren una ligera contracción y adquieren la estructura característica que les da fuerza. (Moros García et al. 2004)

Esto tiene relevancia en el proyecto presentado porque, a pesar que las cocinas mostraron una leve diferencia entre los resultados de consumo de leña y el precio entre la unidad de Bloque y Ladrillo no se ve reflejada en el precio final de las cocinas construidas (Anexo 13 y Anexo 14), con una diferencia de \$26.000, en términos de durabilidad se recomienda el uso de ladrillo, considerando que finalizado de periodo de evaluación, en la cocina de bloque se presentó una fisura superficial en una de sus paredes (Anexo 15) siendo necesario que a futuro se realicen mantenimientos correctivos que no aseguran su correcto funcionamiento a largo plazo. Haciendo alusión a la encuesta presentada más adelante en el ítem **3.2 Relación uso de leña y problemas respiratorios**, cada familia consume en promedio 4.833 kg/día de leña en los fogones tradicionales, y se pudo evidenciar que las cocinas ecológicas representan un consumo de 1.17 kg/día de leña, es decir, 3.663 kg/día de leña menos, que a largo plazo se traducen en un ahorro de 1,336 kg/año.

Finalmente, se evidenció el funcionamiento adecuado de la chimenea, al transportar el humo fuera de las cocinas (Anexo 16), mejorando significativamente la calidad de vida de las personas beneficiarias que manifiestan un alivio al momento de cocinar alimentos sin estar expuestos al humo.

3.2 RELACIÓN USO DE LEÑA Y PROBLEMAS RESPIRATORIOS

En la vereda Quebrada del Medio existen 45 viviendas, de éstas se encuestaron 30, porque al momento de a la aplicación de la encuesta, ocho (8) viviendas se encontraban abandonadas, cuatro (4) en zonas alejadas y/o de difícil acceso y tres (3) sus ocupantes no se encontraban en la vereda. Los datos obtenidos fueron tabulados y se realizaron gráficas en Excel para una mejor visualización (Anexo 17), a continuación se muestran los resultados más relevantes.

3.2.1 USO DE LEÑA EN LOS HOGARES

El Gráfico 9 muestra el porcentaje de hogares que usan leña en la cocción de sus alimentos. Se puede observar que de las 30 viviendas encuestadas, existe una (1) donde usan cilindro de gas (Anexo 18); las viviendas restantes utilizan fogones tradicionales de leña (Anexo 19). Se presentaron dos (2) casos donde además del fogón tradicional tienen estufas convencionales con cilindro de gas, pero estos no son utilizados regularmente. Lo anterior es el resultado del costo elevado de un cilindro de gas teniendo en cuenta los bajos ingresos (> 1 S.M.M.L.V) de más de la mitad de los hogares (Anexo 17.1) que sumado a una duración aproximada de 15 días, resulta en un gasto que consideran prescindible frente a otras necesidades básicas.

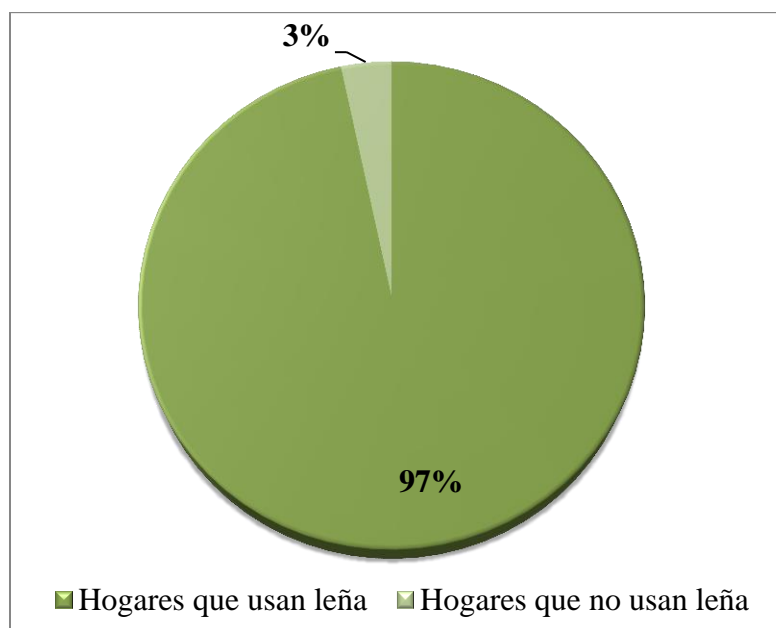


Gráfico 9. Porcentaje de hogares que utilizan leña para cocinar

La leña se obtiene de la zona y de acuerdo a la información proporcionada por los encuestados, las especies que más se utilizan son: Matarratón, Cedro, Guácimo, Roble, Mora, Bálsamo y Vara de humo.

3.2.2 CONSUMO DE LEÑA

El Gráfico 10 corresponde al consumo aproximado de leña por familia. Cada hogar utiliza en promedio 4.833 kg de leña por comida, 14.499 kg/día, considerando que cocinan tres (3) veces. Se calcula que para toda el área de estudio son utilizados cerca de 151,369 kg/año.

Se estima que el consumo de leña por habitante se encuentra alrededor de los 3.259 kg/día \approx 1.189 t/año. Al comparar este dato con información existente a nivel internacional, se evidencia que supera lo reportado en comunidades campesinas del Perú (3 kg/persona/día) y México (2 - 3 kg/persona/día) (Muro, Paredes & Bravo 2011; Masera 2006, citado por Ramírez Q, J. y León T, A. 2014), pero no supera el consumo per cápita encontrado en Santander con 1.69 t/año y en el Oriente Antioqueño con 1.55 t/año (Fundación Natura 2014) lo cual se debe principalmente a que el gasto de leña es directamente proporcional al número de personas que conforman las familias y por consiguiente la cantidad de comida que se debe preparar.

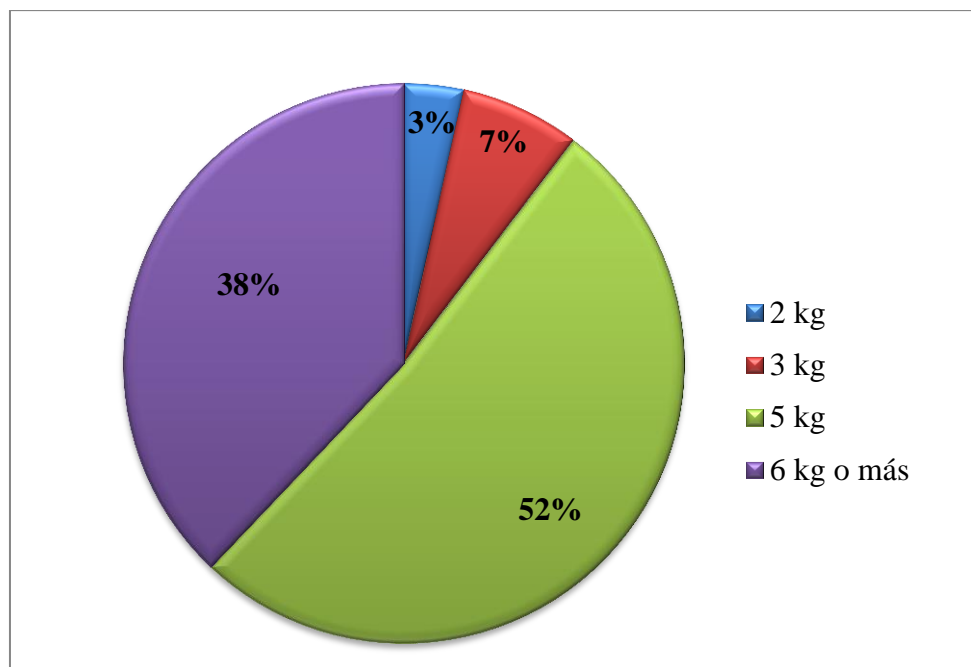


Gráfico 10. Leña utilizada en los hogares para la cocción de una comida

3.2.3 TIEMPO EMPLEADO EN LA COCCIÓN DE UNA COMIDA

En el Gráfico 11 se observa el tiempo destinado en los hogares para la preparación de una comida. Esta variable permite una aproximación sobre el total de horas diarias que las personas están expuestas a la contaminación del aire interior o intramuros producto del uso de leña., situación que afecta principalmente a las mujeres que están a cargo de la tarea de cocinar todos los días, y que representan el 40% de toda la población (Anexo 17.2)

La quema de combustibles sólidos propicia niveles extremadamente elevados de contaminación del aire al interior de las viviendas. En África, Asia o en América Latina los niveles característicos de PM_{10} en 24 horas oscilan entre los 300 y 3,000 $\mu g m^{-3}$ (Organización Mundial de la Salud 2007) y que están muy por encima de los valores guía de 150 $\mu g m^{-3}$ para calidad del aire en interiores.

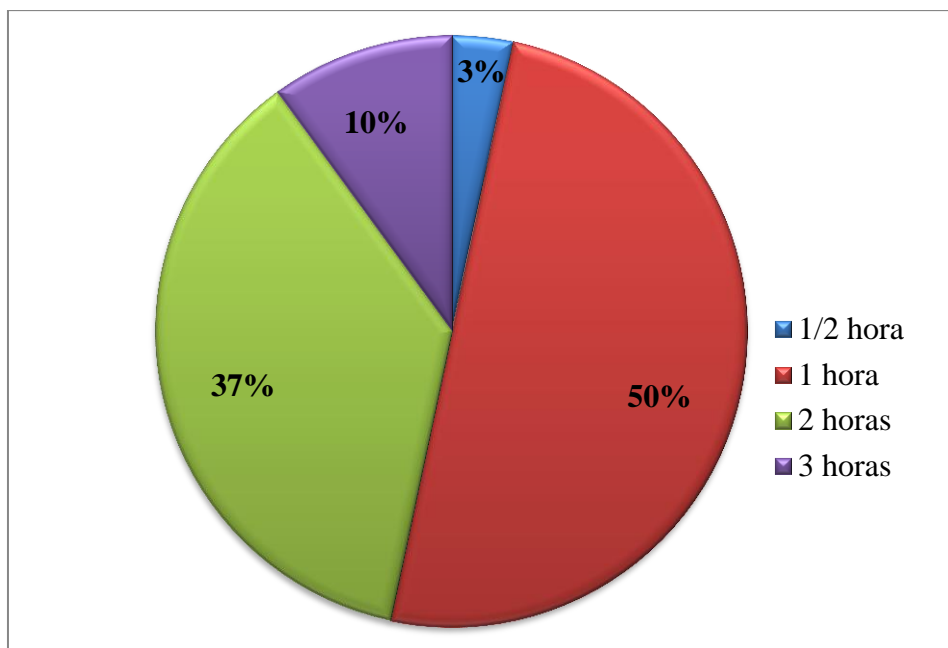


Gráfico 11. Tiempo aproximado empleado en los hogares en la cocción de una comida

En Colombia, las emisiones de contaminantes en estufas eficientes y fogones tradicionales han sido poco evaluadas (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible 2015), aunque en el año 2009 el costo anual estimado de los impactos en la salud por la contaminación asociada al uso de combustibles tradicionales, principalmente leña, fue de 1,129 billones de pesos y la mortalidad de menores de cinco (5) años y mujeres mayores de 30 años representó el 6% y el 78% del total, respectivamente. Además, la Enfermedad Respiratoria Aguda (ERA) en niños y la Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica (EPOC) en mujeres adultas, representaron el 16% del costo total. (Banco Mundial 2012; citado por Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible 2012)

En el presente estudio, relacionar el uso de leña con la salud de la población se dificultó porque (i) No se cuantificaron las concentraciones de Dióxido de Carbono (CO_2) y Material Particulado por falta de un monitor Multiparámetro, pero se pudo evidenciar que no existe una ventilación adecuada que facilite la salida uniforme del humo proveniente de los fogones tradicionales, ocasionando que se concentre al interior de las cocinas y pueda llegar a las personas que están alrededor, facilitando la inhalación de contaminantes y partículas que representan condiciones de riesgo al penetrar en los pulmones, siendo el hollín adherido al techo de las cocinas (Anexo 20) el indicativo

inteligible de esta problemática; (ii) El 80% de los hogares cuenta con afiliación al servicio subsidiado de salud (Anexo 17.3), pero no existe un seguimiento médico adecuado en esta zona del departamento de Córdoba, ocasionando que las personas no tengan certeza de antecedentes de enfermedades o infecciones pulmonares en la infancia y/o adultez temprana en su núcleo familiar. Las mujeres encuestadas que se dedican a las labores del hogar, no presentan sintomatologías que puedan relacionarse con el EPOC, pero sí refieren los síntomas comunes inherentes al uso de la leña (Anexo 17.2) como irritación de ojos, nariz y garganta, e hicieron mención de familiares y vecinos de la tercera edad que se han mudado por tos persistente que se agravaba con la exposición al humo de la leña, indicio que sin duda, podría relacionarse con la exposición prolongada al mismo y (iii) La información que reposa en los archivos de la Secretaría de Salud del Municipio de Montería, no especifica el lugar de procedencia de los pacientes que ingresan por consultas relacionadas a problemas respiratorios, es decir, no hay forma de conectar estos casos con el uso de la leña en la zona rural.

4 CONCLUSIONES

Una cocina ecológica, ahorradora o mejorada es una alternativa que busca reemplazar los tradicionales sistemas de cocción con leña a “tres piedras” al permitir un ahorro de combustible, disminuyendo la presión sobre el recurso, y que cuenta con una chimenea que contribuye a una menor exposición a los contaminantes derivados de la combustión de la leña, favoreciendo la ventilación adecuada de las viviendas.

Sobre la base de los resultados obtenidos en el presente estudio se concluye que:

- Las cocinas ecológicas constituyen un sistema necesario para satisfacer las necesidades de la población del área rural de Montería donde no existe cobertura de servicio de gas natural, al ser resistentes, cómodas, de fácil uso y limpieza, disminuyen el tiempo destinado a la cocción de los alimentos y por su diseño permiten que los gases y el material particulado sea dirigido por fuera de las viviendas.
- Los modelos de cocinas ecológicas construidas presentaron mejores indicadores tanto en la prueba de ebullición de agua como en la cocción controlada de alimentos respecto a la cocina a Fuego Abierto (Control). De forma similar, se obtuvieron mejores resultados que los expuestos en las investigaciones realizadas por *Lora (2011)*, *Aristizábal H (2014)* y *Orozco H. et.al (2012)*.
- Se destacó el funcionamiento de la cocina ecológica de **Ladrillo** en cuanto a su vida útil, resistiendo temperaturas por encima de los 300 °C sin presentar fracturas y/o agrietamientos en su estructura y al lograr un ahorro del 76.64% y un 80.71% de leña restante en las prueba de Ebullición de Agua y Cocción Controlada de Alimentos, respectivamente; frente a la cocina a **Fuego abierto**

(Control) donde la leña restante fue de 56.83% para la prueba de Ebullición de Agua y de 45.83% para la Cocción Controlada de Alimentos.

- Se estima que el uso de las cocinas ecológicas construidas promueve el ahorro de aproximadamente 0.951 ton/habitante/año, es decir, de 121,095 ton/año para toda el área de estudio.
- En relación al aspecto de salud, se logró establecer desde el punto de vista de la encuesta, las afectaciones más comunes ligadas al uso de la leña producto de la exposición a Material Particulado y Dióxido de Carbono (CO₂). Pese a que el 80% de los hogares cuentan con afiliación al sistema subsidiado de salud, no tienen un seguimiento adecuado de la sintomatología para enfermedades de carácter respiratorio, poniendo en manifiesto un vacío a nivel del sistema de salud para esta zona del municipio.

5 RECOMENDACIONES

A partir de los resultados de este estudio se proponen las siguientes recomendaciones:

- En relación a las cocinas:
 - Para prolongar su vida útil se recomienda limpiar la chimenea cada cuatro (4) meses y frecuentemente la cámara de combustión y el ducto que conduce el humo.
 - Cambiar el bloque o ladrillo en la entrada del ducto de conducción del humo cuando se haya deteriorado producto del calor.
 - Colocar los anillos removibles de acuerdo al tamaño de la olla a utilizar.
 - Utilizar leña seca e ir introduciendo los tizones conforme se vayan consumiendo.
- Se recomienda realizar en estudios posteriores la evaluación de las emisiones de contaminantes en fogones tradicionales vs las estufas ecológicas construidas, que servirá como línea base acerca de la contaminación intradomiciliaria en esta zona del departamento de Córdoba.
- Divulgar información relacionada con el uso y ventajas de las cocinas ecológicas de forma que se promueva su uso en la zona rural.
- Capacitar a la futura población beneficiaria en la construcción y mantenimiento de estufas ecológicas, de forma que se disminuyan los costos en los que deben incurrir para su fabricación.
- A nivel de autoridades de salud, se recomienda recopilar información en camus, hospitales y clínicas, sobre el lugar de procedencia, estrato y género de los pacientes atendidos por enfermedades pulmonares.

6 BIBLIOGRAFÍA

Alcaldía Municipal de Montería. (2010). Proceso de revisión y ajuste al Plan de Ordenamiento Territorial - POT 2002 – 2015. Recuperado el 21 de febrero de 2015.

Álvarez P, Harold J. (2011). Estudio de cocinas mejoradas empleando leña y bosta como combustible. Tesis de pregrado. Pontificia Universidad Católica de Perú. Lima. Recuperado el 30 de agosto de 2016, de <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/571>

Aprovecho Research Center. (2006). Principios para la fabricación de estufas de leña. Recuperado el 21 de febrero de 2015, de <http://www.pciaonline.org/files/Spanish-Design-Principles-07-10-06.pdf>

Aristizábal H, J., D. (2010). Estufas Mejoradas y Bancos de Leña: Una Alternativa de autoabastecimiento energético a nivel de finca para dependientes de los bosques de roble de la Cordillera Oriental. Colombia Forestal, ISSN 0120-0739 (en línea), 13 (2). Recuperado el 04 de Abril de 2015, de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-07392010000200006&lng=en&tlng=es.

Aristizábal H, J., D. (2014). Validación y evaluación comparativa de la eficiencia de una estufa de leña mejorada bajo condiciones controladas y prueba de campo. Informador Técnico, ISSN: 2256-5035 (en línea), vol. 78 (1). Recuperado el 22 de Marzo de 2016, de http://sena.metarevistas.org/index.php/inf_tec/article/view/65/72

Aristizábal J., Cárdenas L. y León R. (2014). Fundación Natura y las estufas eficientes de leña: Una parte de la solución a los problemas de la cocción doméstica en el medio rural colombiano. Recuperado el 21 de Marzo de 2015, de <http://cleancookstoves.org/about/news/07-29-2014-partner-spotlight-fundaci-n-natura.html>.

Bailis R., Berrueta V. y Chengappa C. (2009). Performance testing for monitoring improved biomass stove interventions: experiences of the Household Energy and Health Project. *Energy for Sustainable Development*, ISSN 0973-0826, doi: 10.1016/S0973-0826(08)60400-7 (en línea), vol. 11 (2): 57-70. Recuperado el 20 de abril de 2015, de <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0973082608604007>.

Berrueta V., Edwards R. y Masera, O. (2007). Energy performance of wood-burning Cookstoves in Michoacán, México. *Renewable Energy*, ISSN 0960-1481, doi:10.1016/j.renene.2007.04.016 (en línea), vol. 33 (5): 859–870. Recuperado el 10 de abril de 2015, de <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0960148107001371>

COLOMBIA. Decreto 2811 (Diciembre 18 de 1974). **Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente. Bogotá. Diario Oficial No. 34243.** Recuperado el 04 de abril de 2015, de <http://biblovirtual.minambiente.gov.co:3000/DOCS/MEMORIA/MADS-0026/MADS-0026.pdf>

Departamento Administrativo Nacional de Estadística - DANE. (2005). Proyecciones de Poblaciones Municipales por Área (2005 - 2020). Recuperado el 27 de Febrero de 2015, de <http://www.dane.gov.co/index.php/poblacion-y-demografia/proyecciones-de-poblacion>

Díaz R, L y Torrecillas S, R. (2002). Arcillas cerámicas: una revisión de sus distintos tipos, significados y aplicaciones. *Boletín de la Sociedad Española de Cerámica y Vidrio*, ISSN 0366-3175 (en línea), vol. 41 (5): 459-470. Recuperado el 03 de Octubre de 2016, de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3085362>

Fundación Natura. (2014). Metodología de medición del consumo de leña basado en el KPT. Memorias del Primer Taller Nacional de Intercambio de Experiencias para construir una Línea Base de cifras de leña (Abril 29 de 2014). Recuperado el 30 de Marzo de 2016, de <https://www.dropbox.com/sh/vya2km3gqu5u6pb/AABeKDMs1d-cZqdTv4y2xdZ3a/Memorias%20Taller%20Le%C3%B1a%20Abril%2029%20de%202014/9.%20Presentaci%C3%B3n%20estufas%20le%C3%B1a%20UPME.pdf?dl=0>

Global Alliance for Clean Cookstoves. (2012). Análisis del mercado de Colombia - Situación del sector. Recuperado el 01 de abril de 2015, de <http://cleancookstoves.org/resources/index.html?searching=1®ion=&country=87&language=&type=&theme=&q=>

Global Alliance for Clean Cookstoves. (2004). Controlled Cooking Test. Recuperado el 21 de febrero de 2015, de <http://cleancookstoves.org/technology-and-fuels/testing/protocols.html>

Global Alliance for Clean Cookstoves. (2011). Igniting Change: A strategy for universal adoption of clean cook stoves and fuels. Recuperado el 23 de Febrero de 2015, de <http://unf.mediapolis.com/binary-data/RESOURCE/file/000/000/272-1.pdf>

Global Alliance for Clean Cookstoves. (s.f). Fuels. Recuperado el 21 de Octubre de 2015, de <http://cleancookstoves.org/technology-and-fuels/fuels/>

Global Alliance for Clean Cookstoves. (s.f). Our Mision. Recuperado el 23 de Febrero de 2015, de <http://cleancookstoves.org/about/our-mission/>

Global Alliance for Clean Cookstoves. (2014). Water Boiling Test (WBT). Recuperado el 21 de febrero de 2015, de <http://cleancookstoves.org/technology-and-fuels/testing/protocols.html>

Grupo de Apoyo al Sector Rural. (2012). Manual Cocina Mejorada (GRUPO - PUCP). [Vídeo online]. Recuperado el 19 de Febrero de 2015, de https://www.youtube.com/watch?v=uvY14ls7Z_g,

International Energy Agency. (2014). Publicaciones: World energy outlook. Recuperado el 21 de Marzo de 2015, de <http://www.worldenergyoutlook.org/resources/energydevelopment/energyaccessdatabases/>

Jones B, D. (2015). The World Health Organization has spoken — improved cookstoves are not clean enough. Energy for sustainable development, doi:10.1016/j.esd.2014.12.006 (en línea), vol. 24: 86-87. Recuperado el 10 de abril de 2015, de <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0973082614001239>

Lora M, D. (2011). Diseño, fabricación y evaluación de la eficiencia de una estufa ahorradora de leña en Arreguy, Haití. Tesis de Maestría, Universidad para la Cooperación Internacional. Costa Rica. Recuperado el 27 de Febrero de 2015, de <http://www.uci.ac.cr/Biblioteca/Tesis/PFGMLGA21.pdf>

May, T (2013). Niveles de consumo de leña y su disminución a través del uso de estufas Lorena mejoradas en comunidades del Suroeste de la República Dominicana. Sociedad y Ambiente, E-ISSN: 2007-6576 (en línea), vol. 1 (2): 29-46. Recuperado el 26 de Junio de 2016, de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=455745076002>

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2012). Diagnóstico Nacional de Salud Ambiental. Recuperado el 28 de Marzo de 2016, de <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/INEC/IGUB/Diagnostico%20de%20salud%20Ambiental%20compilado.pdf>

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2014). Lineamientos para un Programa Nacional de Estufas Eficientes para la cocción con leña. Recuperado el 04 de Abril de 2015, de http://www.si3ea.gov.co/Lena/2014/1A/1_Estufas_Eficientes_Coccion.pdf

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2015). Lineamientos para un programa nacional de estufas eficientes para cocción con leña, ISBN: 978-958-8901-08-4 (en línea). Recuperado el 14 de Marzo de 2016, de https://www.minambiente.gov.co/images/cambioclimatico/pdf/mitigacion_/LINEAMIE

NTOS_ESTUFAS_MEJORADAS_PARA_COCCI%C3%93N_CON_LE%C3%91A.pdf

Ministerio de Minas y Energía. (2015). Cobertura por redes - IV trimestre de 2015. Recuperado el 09 de abril de 2016, de https://www.minminas.gov.co/documents/10180/657478/4_Coberturas+gas+combustible-Dic2015_GLP.pdf/9a71a64c-f520-4e83-ad71-3f5c2bfdc5e5

Moros García, Adriana M; Santacoloma Giraldo, Beatriz H; Sánchez Dávila, Laura L. (2004). Rediseño de procesos productivos mediante reconversión tecnológica de las pequeñas empresas ladrilleras ubicadas en el parque minero industrial del Mochuelo. Tesis de Pregrado. Pontificia Universidad Javeriana. Colombia. Recuperado el 03 de Octubre de 2016, de <https://repository.javeriana.edu.co/handle/10554/7103>

Organización Mundial de la Salud. (2014). Nota descriptiva N° 292: Contaminación del aire de interiores y salud (en línea). Recuperado el 27 de febrero de 2015, de <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs292/es/>

Organización Mundial de la Salud. (2007). Energía Doméstica y Salud: Combustibles para una vida mejor, ISBN 978 - 92- 4 - 356316 - 9 (en línea). Recuperado el 23 de Febrero de 2015, de http://www.who.int/indoorair/publications/fuelforlife_es.pdf

Orozco M., Mireles P., Jaimes S., y Gomorra B. (2012). La experiencia de las estufas ahorradoras de leña en dos comunidades indígenas del Estado de México. Revista Ambiente y Desarrollo, doi: 10.11144/4334 (en línea), 16 (31): 91-105. Recuperado el 05 de abril de 2015, de <http://revistas.javeriana.edu.co/index.php/ambienteydesarrollo/article/view/4334/3288>

Organización Latinoamericana de Energía. (2013). Uso racional y sostenible de la leña en los países de SICA. Recuperado el 21 de Octubre de 2015, de http://www.olade.org/wp-content/uploads/2015/08/UsoLe%C3%B1a_OLADE-SICA-2013.pdf

Proyecto Centro de Desarrollo Rural. (2010). Manuales de Buenas Prácticas, serie: Estufas mejoradas. Universidad del Valle de Guatemala. Recuperado el 09 de abril de 2015, de http://www.altiplano.uvg.edu.gt/cdr/practicass/2010/Estufas/estufas_tecnicos.pdf

Ramírez Q, J. y León T, A. (2014). Consumo de leña en fogones tradicionales en familias campesinas del Oriente Antioqueño. *Revista Producción + Limpia*, ISSN 1909-0455 (en línea), 9(1): 99-114. Recuperado el 05 de abril de 2015, de http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S1909-04552014000100008&script=sci_arttext&tlng=pt

Red de Observatorios Regionales del Mercado del Trabajo. (2013). Perfil Productivo: Municipio de Montería. Recuperado el 02 de Abril de 2015, de <http://www.redormet.org/documento/perfil-productivo-del-municipio-monteria/>

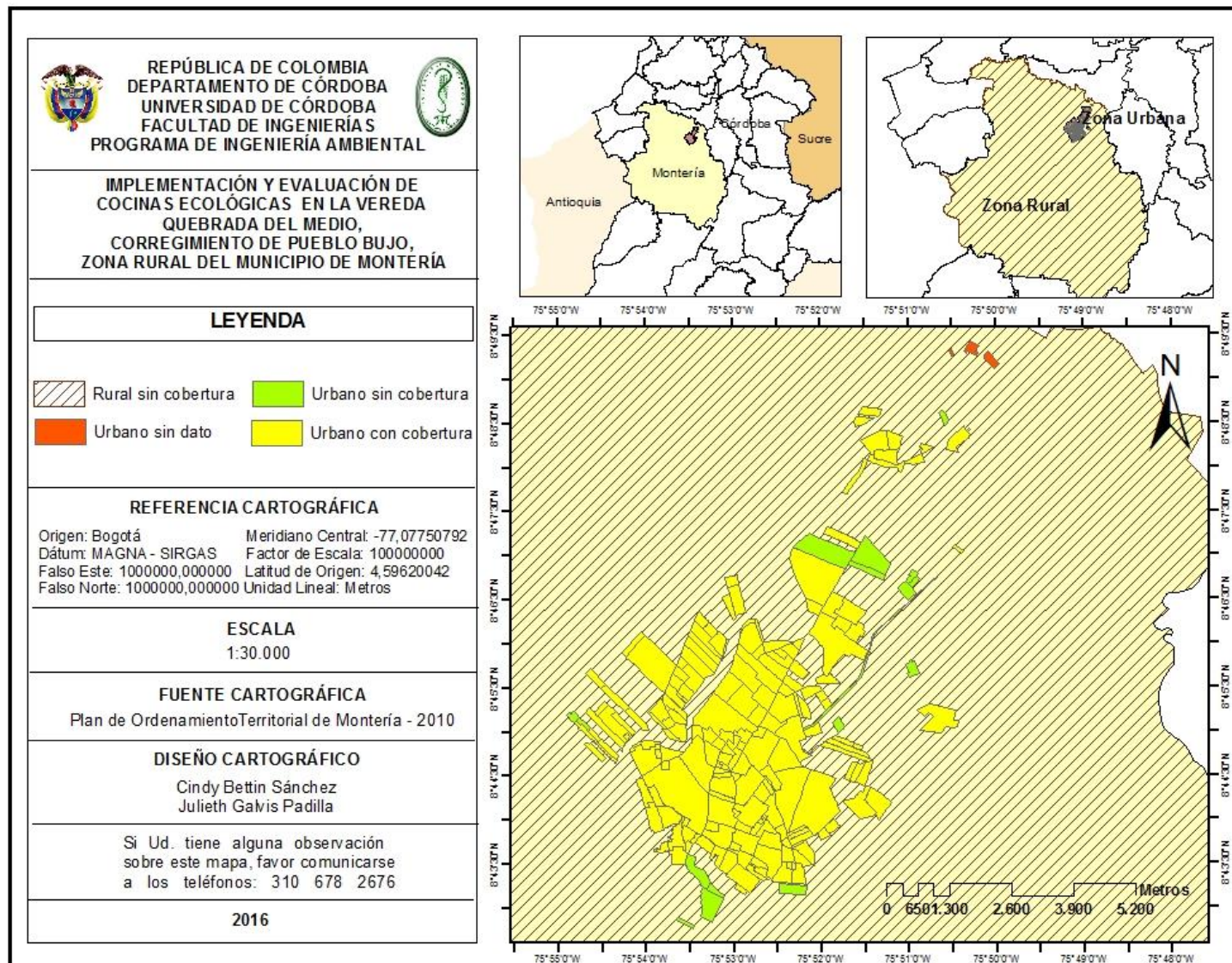
Ruiz, I., Masera, O., Zamora, H y Smith, K. (2011). Adoption and sustained use of improved Cookstoves. *Energy Policy*, doi:10.1016/j.enpol.2011.03.028 (en línea), 39 (12): 7557–7566. Recuperado el 10 de abril de 2015, de <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301421511002084>

Smith, K., R. y Pillarisetti, A. (2011). Breve historia del humo de leña y sus implicaciones para Chile. Conferencia presentada en el seminario “Uso de Leña: Implicaciones en Salud y Clima” realizado en el Centro de Estudios Públicos, Santiago, Chile, el 21 de junio de 2011. Recuperado el 23 de febrero de 2015, de http://www.cepchile.cl/dms/archivo_5081_3235/rev126_KSmith-APillarisetti.pdf

Soto Moreno, J. A. y. Ballester Díez. F. (2013). Contaminación del aire de interiores en hogares en situación de pobreza extrema en Colombia. *Revista Salud Pública*, ISSN 0124-0064 (en línea), 15 (1): 80-89. Recuperado el 23 de Febrero de 2015, de <http://www.scielosp.org/pdf/rsap/v15n1/v15n1a08.pdf>

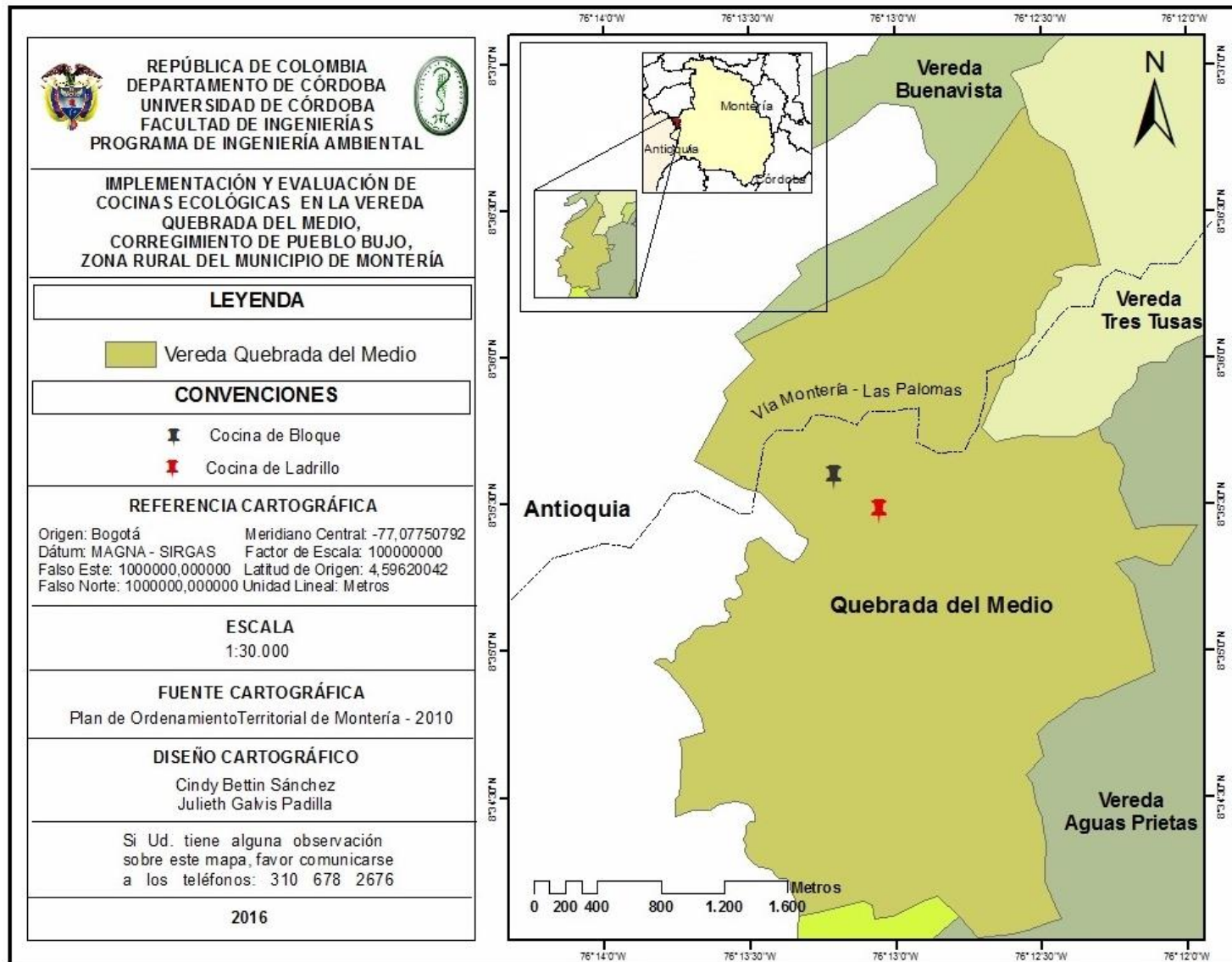
ANEXOS

Anexo 1. Cobertura de gas en el municipio de Montería



Fuente: Elaborado a partir de los Geotabases del POT de Montería, 2015

Anexo 2. Localización del área de estudio



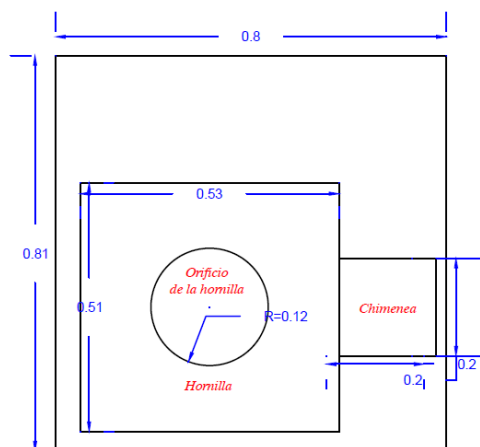
Fuente: Elaborado a partir de los Geotabases del POT de Montería, 2015

Anexo 3. Panel Fotovoltaico para generación de energía eléctrica

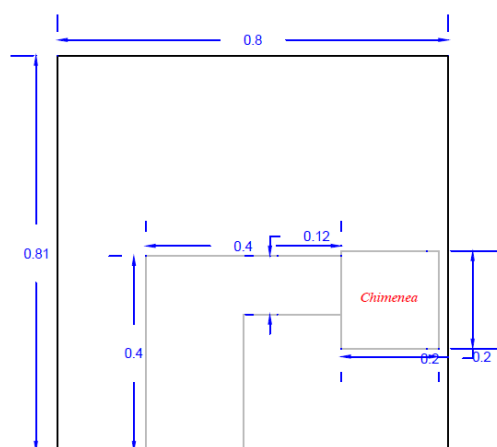


Este sistema fue instalado por los propietarios de la vivienda y consiste en un (1) panel fotovoltaico que genera energía suficiente para los bombillos, un televisor y una lavadora convencional.

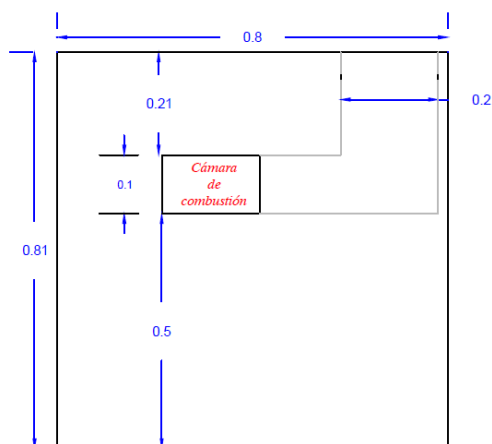
Anexo 4. Diseño de las cocinas ecológicas



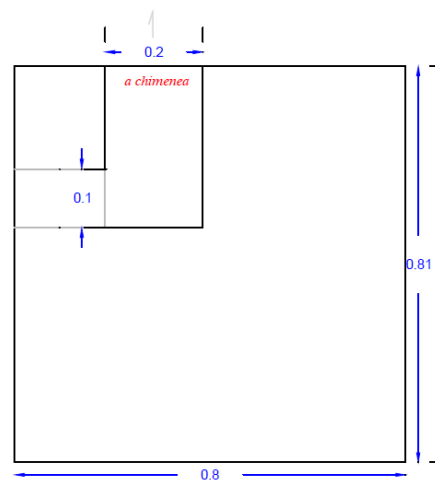
Vista superior



Vista superior
(Interna)



Vista frontal



Vista lateral
(izquierda)



**IMPLEMENTACIÓN Y
EVALUACIÓN DE COCINAS
ECOLÓGICAS EN LA VEREDA
QUEBRADA DEL MEDIO,
CORREGIMIENTO DE PUEBLO
BUJO, ZONA RURAL DEL
MUNICIPIO DE MONTERÍA**

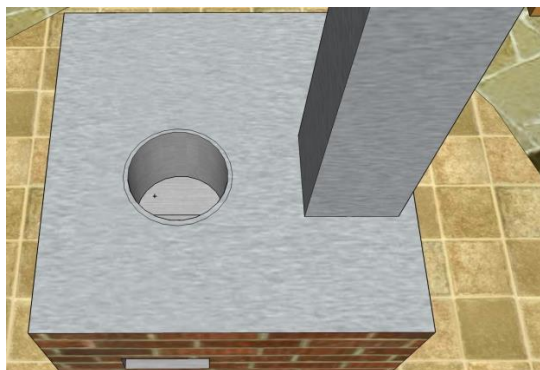
Contiene:
Diseño de Cocina
Ecológica Material:
Ladrillo

Proyectó:
Bettin S. Cindy y
Galvis P. Julieth

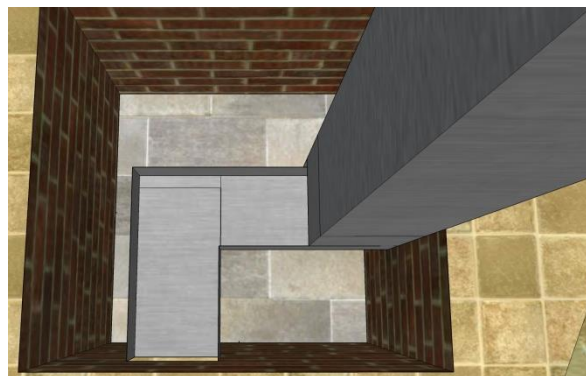
Fecha:
Marzo 14 de 2016

Escala:
1:12

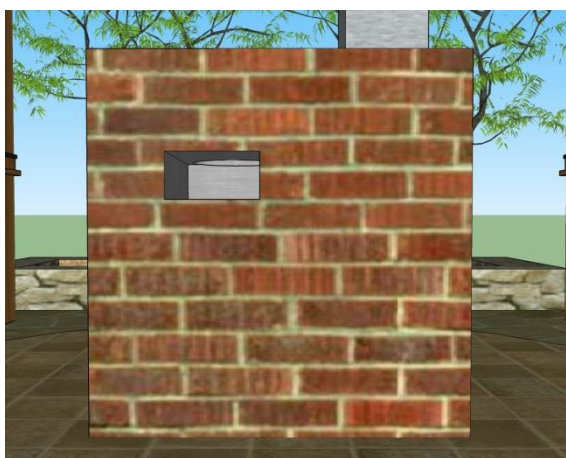
Plancha:
1/2



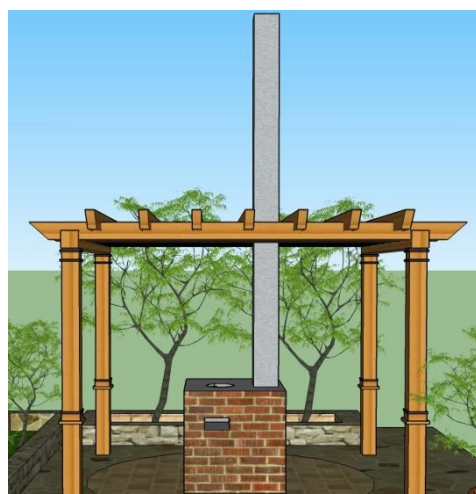
Vista Superior



Vista Superior (Interna)



Vista Frontal



Vista Panorámica



**IMPLEMENTACIÓN Y
EVALUACIÓN DE COCINAS
ECOLÓGICAS EN LA VEREDA
QUEBRADA DEL MEDIO,
CORREGIMIENTO DE PUEBLO
BUJO, ZONA RURAL DEL
MUNICIPIO DE MONTERÍA**

Contiene:
Diseño 3D de Cocina
Ecológica Material:
Ladrillo

Proyectó:
Bettin S. Cindy y
Galvis P. Julieth

Fecha:
Marzo 14 de 2016

Plancha:
2/2

Anexo 5. Registro fotográfico del proceso de construcciónⁱⁱⁱ



ⁱⁱⁱ Nota aclaratoria: Ambas cocinas ecológicas se fabricaron siguiendo el mismo proceso de construcción.



4. Cámara de Combustión



5. Varilla para soportar bloques o ladrillos superiores



6. Ducto para conducir el humo y espacio para la chimenea




7. Ubicación de la hornilla y la chimenea



8. Cocina terminada

Anexo 6. Resultados de pruebas de ensayo

 IMPLEMENTACIÓN Y EVALUACIÓN DE COCINAS ECOLÓGICAS EN LA VEREDA QUEBRADA DEL MEDIO, CORREGIMIENTO DE PUEBLO BUJO, ZONA RURAL DEL MUNICIPIO DE MONTERÍA.									
EVALUACIÓN DE LAS COCINAS									
PRUEBA DE EBULLICIÓN DE AGUA									
NOMBRES: Cindy Bettin Sánchez y Julieth Galvis Padilla									
PRUEBA N°: 1									
FECHA: 23 de Noviembre del 2015									
TIPO DE COCINA: - Ecológica: Ladrillo <input type="checkbox"/> Bloque <input checked="" type="checkbox"/> - Fogón a fuego abierto <input type="checkbox"/>									
CONDICIONES INICIALES									
Condiciones ambientales: Temperatura ambiente: <u>82 °F</u> Punto de ebullición local: <u>99.2 °C</u> Condiciones de la prueba: - N° de paquetes de leña: <u>3</u> - Tamaño de la olla: 22 cm - Peso de la olla + Agua: <u>4.365 Kg</u> - Peso del recipiente para cenizas: <u>0.150 Kg</u> - Dimensión de la leña: <u>50 cm</u> - Peso de la olla seca: <u>0,370 Kg</u> - Cantidad de Agua: <u>4 L</u>									
FASES DE EVALUACIÓN									
FASE 1: Inicio Frío				FASE 2: Inicio Caliente			FASE 3: Fuego Lento		
Variables	Inicio	Final (cuando hierve)	Diferencia	Inicio	Final (cuando hierve)	Diferencia	Inicio	Final (cuando hierve)	Diferencia
Cantidad de la leña	4 Kg	0,22 Kg		4 Kg	0,22 Kg		4 Kg	0,22 Kg	

Hora	7:25am	9:55 am	150 min	10:00 am	12:20 m	140 min	12:25 m	1:10 pm	45 min
Temperatura del agua	27 °C	99.2 °C		27°C	99.2°C		97°C	96°C	
Temperatura del material	D: 28.4°C F: 28°C	D: 336 °C F: 39.4°C		D: 226°C F: 37°C	D: 326.5°C F: 39,8°C		D: 230.2°C F: 37°C	D: 345°C F: 38°C	
Temperatura ambiente									
Peso de la leña semiquemada + leña restante: 0,22 Kg Peso de la olla + agua: 3. 786 Kg				Peso de la leña semiquemada + leña restante: 0,22 Kg Peso de la olla + agua: 3. 742 Kg			Peso de la leña semiquemada + leña restante: 0,22 Kg Peso de la olla + agua: 3. 652 Kg		



IMPLEMENTACIÓN Y EVALUACIÓN DE COCINAS ECOLÓGICAS EN LA VEREDA QUEBRADA DEL MEDIO, CORREGIMIENTO DE PUEBLO BUJO, ZONA RURAL DEL MUNICIPIO DE MONTERÍA.

EVALUACIÓN DE LAS COCINAS

PRUEBA DE EBULLICIÓN DE AGUA

NOMBRES: Cindy Bettin Sánchez y Julieth Galvis Padilla

PRUEBA N°: 1

FECHA: 23 de Noviembre del 2015

TIPO DE COCINA:

- Ecológica: Ladrillo ☒ Bloque ☐
 - Fogón a fuego abierto ☐

CONDICIONES INICIALES

Condiciones ambientales:

Temperatura ambiente: 84 °F Punto de ebullición local: 99.2 °C

Condiciones de la prueba:

- N° de paquetes de leña: 3 - Tamaño de la olla: 22 cm - Peso de la olla + Agua: 4.365 Kg - Peso del recipiente para cenizas: 0.150 Kg
 - Dimensión de la leña: 50 cm - Peso de la olla seca: 0,370 Kg - Cantidad de Agua: 4 L

FASES DE EVALUACIÓN

FASE 1: Inicio Frío				FASE 2: Inicio Caliente			FASE 3: Fuego Lento		
Variables	Inicio	Final (cuando hierve)	Diferencia	Inicio	Final (cuando hierve)	Diferencia	Inicio	Final (cuando hierve)	Diferencia
Cantidad de la leña	4 Kg	0,34		4 Kg	0,34 Kg		4 Kg	0,34 Kg	
Hora	1:48pm	3:35 am	108 min	3:45 pm	5:33 pm	108 min	5:40 pm	6:25 pm	45 min
Temperatura	28 °C	99.2 °C		28°C	99.2°C		97°C	95,9°C	

del agua									
Temperatura del material	D: 28°C F: 29°C	D: 368 °C F: 37°C		D: 214°C F: 31°C	D: 367°C F: 39,8°C		D: 222.2°C F: 33,7°C	D: 325°C F: 38°C	
Temperatura ambiente									
Peso de la leña semiquemada + leña restante: 0,34 Kg Peso de la olla + agua: 3. 775 Kg				Peso de la leña semiquemada + leña restante: 0,34 Kg Peso de la olla + agua: 3. 825 Kg			Peso de la leña semiquemada + leña restante: 0,34 Kg Peso de la olla + agua: 3. 625 Kg		



**IMPLEMENTACIÓN Y EVALUACIÓN DE COCINAS ECOLÓGICAS EN LA
VEREDA QUEBRADA DEL MEDIO, CORREGIMIENTO DE PUEBLO BUJO,
ZONA RURAL DEL MUNICIPIO DE MONTERÍA.**

EVALUACIÓN DE LAS COCINAS

PRUEBA DE COCCIÓN CONTROLADA DE ALIMENTOS

NOMBRES: Cindy Bettin Sánchez y Julieth Galvis Padilla

PRUEBA N°: 1

FECHA: 24 de Noviembre del 2015

TIPO DE COCINA:

- **Ecológica:** Ladrillo ☐ Bloque ☒
- **Fogón a fuego abierto** ☐

CONDICIONES INICIALES

Condiciones ambientales:

Temperatura ambiente: 79.5°F Punto de ebullición local: 99.2°C

Condiciones de la prueba:

- N° de paquetes de leña: 1
- Dimensión de la leña: 50 cm
- Tamaño de la olla: 24 cm
- Peso de la olla seca: 0,370 Kg
- Peso del recipiente para cenizas: 0,150 Kg

Ingredientes:

- Cantidad de aceite: 2 c/das
- Cantidad de sal: ¼ c/da
- Cantidad de arroz: 1 Lb
- Cantidad de agua para cocinar: 0,75 L

EVALUACIÓN

Variables	Inicio	Cuando se tapa	Final (Cuando esta cocido)
Cantidad de leña	4 Kg		0,84
Hora	8:05 am	8:35 am	9:30 am
Temperatura del agua	26°C		
Temperatura del material	D: 27.6°C F: 27.5°C		D: 396.3°C F: 32.1°C
Temperatura ambiente			

Peso de la leña semiquemada + leña restante: 0,84 Kg



**IMPLEMENTACIÓN Y EVALUACIÓN DE COCINAS ECOLÓGICAS EN LA
VEREDA QUEBRADA DEL MEDIO, CORREGIMIENTO DE PUEBLO BUJO, ZONA
RURAL DEL MUNICIPIO DE MONTERÍA.**

EVALUACIÓN DE LAS COCINAS

PRUEBA DE COCCIÓN CONTROLADA DE ALIMENTOS

NOMBRES: Cindy Bettin Sánchez y Julieth Galvis Padilla

PRUEBA N°: 1

FECHA: 24 de Noviembre del 2015

TIPO DE COCINA:

- Ecológica: Ladrillo ☒ Bloque ☐
- Fogón a fuego abierto ☐

CONDICIONES INICIALES

Condiciones ambientales:

Temperatura ambiente: 80.2°F Punto de ebullición local: 99.2

Condiciones de la prueba:

- N° de paquetes de leña: 1
- Dimensión de la leña: 50 cm
- Tamaño de la olla: 24 cm
- Peso de la olla seca: 0,370 Kg
- Peso del recipiente para cenizas: 0,150 Kg


Ingredientes:

- Cantidad de aceite: 2 c/das
- Cantidad de sal: 1/4 c/da
- Cantidad de arroz: 1 Lb
- Cantidad de agua para cocinar: 0,75 L

EVALUACIÓN

Variables	Inicio	Cuando se tapa	Final (Cuando esta cocido)
Cantidad de leña	4 Kg		1 Kg
Hora	10:27 am	10:34 am	11:24 am
Temperatura del agua	26°C		
Temperatura del material	D: 27.4°C F: 28.3°C		D: 331.7°C F: 30.3°C
Temperatura ambiente			
Peso de la leña semiquemada + leña restante: 1 Kg			

Anexo 7. Formatos de Evaluaciones

	IMPLEMENTACIÓN Y EVALUACIÓN DE COCINAS ECOLÓGICAS EN LA VEREDA QUEBRADA DEL MEDIO, CORREGIMIENTO DE PUEBLO BUJO, ZONA RURAL DEL MUNICIPIO DE MONTERÍA.								
EVALUACIÓN DE LAS COCINAS									
PRUEBA DE EBULLICIÓN DE AGUA									
NOMBRES: Cindy Bettin Sánchez y Julieth Galvis Padilla									
PRUEBA N°: Control 1									
FECHA: 1 Diciembre/2015									
TIPO DE COCINA: - Ecológica: Ladrillo <input type="checkbox"/> Bloque <input type="checkbox"/> - Fogón a fuego abierto <input checked="" type="checkbox"/>									
CONDICIONES INICIALES									
Condiciones ambientales: Temperatura ambiente: <u>82°F</u> Punto de ebullición local: <u>99.2°C</u> Condiciones de la prueba: - N° de paquetes de leña: <u>3</u> - Tamaño de la olla: <u>24 cm</u> - Peso de la olla + Agua: <u>4.365 Kg</u> - Peso del recipiente para cenizas: <u>0.150 Kg</u> - Dimensión de la leña: <u>50 cm</u> - Peso de la olla seca: <u>0.370 Kg</u> - Cantidad de Agua: <u>4L</u>									
FASES DE EVALUACIÓN									
FASE 1: Inicio Frío				FASE 2: Inicio Caliente			FASE 3: Fuego Lento		
Variables	Inicio	Final (cuando hierva)	Diferencia	Inicio	Final (cuando hierva)	Diferencia	Inicio	Final (cuando hierva)	Diferencia

Cantidad de la leña	2 Kg	1,13 Kg		2 Kg	1,25 Kg		2 Kg		
Hora	8:00 am	8:35 am	35 min	8:45 am	9:00 am	15 min	9:10 am	9:55 am	
Temperatura del agua	27°C	99.2°C		28.2°C	99.1°C		98.3°C	99.1°C	
Temperatura del material	30°C	200°C		83°C	250°C		248°C	303°C	
Peso de la leña semiquemada + leña restante: <u>1,13 Kg</u> Peso de la olla + agua: 3,750 ml				Peso de la leña semiquemada + leña restante: <u>1,25 Kg</u> Peso de la olla + agua: 3.982 ml			Peso de la leña semiquemada + leña restante: <u>1.37 Kg</u> Peso de la olla + agua: 3.250 ml		



IMPLEMENTACIÓN Y EVALUACIÓN DE COCINAS ECOLÓGICAS EN LA VEREDA QUEBRADA DEL MEDIO, CORREGIMIENTO DE PUEBLO BUJO, ZONA RURAL DEL MUNICIPIO DE MONTERÍA.

EVALUACIÓN DE LAS COCINAS

PRUEBA DE COCCIÓN CONTROLADA DE ALIMENTOS

NOMBRES: Cindy Bettin Sánchez y Julieth Galvis Padilla

PRUEBA N°: 1

FECHA: 1 Diciembre/2015

TIPO DE COCINA:

- Ecológica: Ladrillo ☐ Bloque ☒
- Fogón a fuego abierto ☐

CONDICIONES INICIALES

Condiciones ambientales:

Temperatura ambiente: 77.7°F Punto de ebullición local: 99.2°C

Condiciones de la prueba:

- N° de paquetes de leña: 1
- Dimensión de la leña: 50 cm
- Tamaño de la olla: 24 cm
- Peso de la olla seca: 0.370 Kg
- Peso del recipiente para cenizas: 0.150 Kg

Ingredientes:

- Cantidad de aceite: 2 cucharadas
- Cantidad de sal: ¼ cucharada
- Cantidad de Arroz: 1 lb
- Cantidad de agua para cocinar: 0.75L

EVALUACIÓN

Variables	Inicio	Cuando se tapa	Final (Cuando se cocina)
Cantidad de leña	2Kg		125 Kg
Hora	10:30 am	10:43 am	11:00 am
Temperatura del agua	25.4°C		
Temperatura del material	D: 114.1°C F: 27.1°C	D:186.1°C F:30.7°C	
Peso de la leña semiquemada + leña restante: <u>1,25 Kg</u>			



IMPLEMENTACIÓN Y EVALUACIÓN DE COCINAS ECOLÓGICAS EN LA VEREDA QUEBRADA DEL MEDIO, CORREGIMIENTO DE PUEBLO BUJO, ZONA RURAL DEL MUNICIPIO DE MONTERÍA.

SEGUIMIENTO DE LAS COCINAS

1. PRUEBA DE EBULLICIÓN DE AGUA

NOMBRES: Cindy Bettin Sánchez y Julieth Galvis Padilla

PRUEBA N°: 1

FECHA: 13 Enero/2016

TIPO DE COCINA:

- Ecológica: Ladrillo ☒ Bloque ☐

- Fogón a fuego abierto ☐

CONDICIONES INICIALES

Condiciones ambientales:

Temperatura ambiente: 81.1°F Punto de ebullición local: 99.2°C

Condiciones de la prueba:

- N° de paquetes de leña: 3 - Tamaño de la olla: 24 cm - Peso de la olla + Agua: 4.375 Kg - Peso del recipiente para cenizas: 0.150 Kg

- Dimensión de la leña: 50 cm - Peso de la olla seca: 0.370 Kg - Cantidad de Agua: 4L

FASES DE EVALUACIÓN

FASE 1: Inicio Frío				FASE 2: Inicio Caliente			FASE 3: Fuego Lento		
Variables	Inicio	Final (cuando hierve)	Diferencia	Inicio	Final (cuando hierve)	Diferencia	Inicio	Final (cuando hierve)	Diferencia

Cantidad de la leña	2Kg	1,5 Kg		2Kg	1,62 Kg		2Kg	1,37 Kg	
Hora	9:55 am	10:15am	20 min	10:25 am	10:35 am	10 min	10:40 am	11:25 am	45 min
Temperatura del agua	26.1°C	99.2°C		26.1°C	99.2°C		98.3°C	97.5°C	
Temperatura del material	D: 27.2°C F: 27.3°C	D: 374.3°C F: 28.8°C		D: 273°C F: 28.9°C	D: 393.3°C F: 30°C		D: 313°C F: 31.2°C	D: 371.1°C F: 40.9°C	
Peso de la leña semiquemada + leña restante: <u>1.5 Kg</u>				Peso de la leña semiquemada + leña restante: <u>1.62 Kg</u>			Peso de la leña semiquemada + leña restante: <u>1.37 Kg</u>		
Peso de la olla + agua: 4.135 Kg				Peso de la olla + agua: 4.380 Kg			Peso de la olla + agua: 3.655 Kg		
2. PRUEBA DE COCCIÓN CONTROLADA DE ALIMENTOS									
INGREDIENTES:									
- Cantidad de Aceite: <u>2 cucharadas</u>									
- Cantidad de sal: <u>¼ cucharadas</u>									
- Cantidad de arroz: <u>1lb</u>									
- Cantidad de agua para cocinar: <u>0.75L</u>									
EVALUACIÓN									
Variables			Inicio		Cuando se tapa		Final cuando esta cocido		
Cantidad de leña			2Kg				1,75 Kg		
Hora			11:30 am		11:43 am		12:00 pm		
Temperatura del agua			26°C						
Temperatura del material			D: 113.8°C F: 40°C		D: 313.9 °C F: 32.6°C				

Peso de la leña semiquemada + leña restante: <u>1.75 Kg</u>
3. ESTADO DE LA CHIMENEA
Limpia: Sí No <input type="checkbox"/> Obstrucciones: Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
4. ESTADO DE LA COCINA
Cámara de Combustión limpia: Sí <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Modificaciones en el diseño original: Sí <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/> ¿Cuál? _____ Presencia de fisuras: Sí <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
OBSERVACIONES

Anexo 8. Datos tabulados - Prueba de Ebullición de Agua

DATOS TABULADOS PRUEBA DE EBULLICION DE AGUA												
Tipo de Cocina	Fase	Temperatura Ambiente (°C)	Ebullición Local (°C)	Cantidad de Leña (Kg)		Temperatura del Agua (°C)		Temperatura del material (°C)		Tiempo (min)	L.Restante + L. semiquemada (Kg)	Peso olla + agua al final (Kg)
				Inicio	Final	Inicio	Final	Inicio	Final			
F. Abierto	1	27,78	99,2	2	1,13	27	99,2	30	200	35	1,13	4,12
F. Abierto	2	27,78	99,2	2	1,25	27	99,1	83	250	15	1,25	4,352
F. Abierto	3	27,78	99,2	2	1,37	98,3	99,1	248	303,4	45	1,37	3,62
F. Abierto	1	27,39	99,2	2	1	26,1	99,2	29	230	25	1	4,086
F. Abierto	2	27,39	99,2	2	1,12	26,1	99,2	115,7	276	15	1,12	4,235
F. Abierto	3	27,39	99,2	2	1,12	97	98,7	202,6	304,8	45	1,12	3,615
F. Abierto	1	27,5	99,2	2	1	27	99,2	29	232,5	30	1	4,112
F. Abierto	2	27,5	99,2	2	1,12	27	99,2	118,3	282	15	1,12	4,348
F. Abierto	3	27,5	99,2	2	1,12	98	98,9	205,8	302,6	45	1,12	3,585
Bloque	1	28,06	99,2	2	1,5	27	99,2	28	334	25	1,5	4,225
Bloque	2	28,06	99,2	2	1,5	27	99,2	229	336	20	1,5	4,32
Bloque	3	28,06	99,2	2	1,25	97	99,1	231,5	344,5	45	1,25	3,805
Bloque	1	27,78	99,2	2	1,5	27	99,1	28,4	336	25	1,5	4,245
Bloque	2	27,78	99,2	2	1,62	27	99,2	226	295,6	20	1,62	4,333
Bloque	3	27,78	99,2	2	1,25	97	99,1	230,2	345	45	1,25	3,87
Bloque	1	27,56	99,2	2	1,37	26,9	99,2	29	345	30	1,37	4,09
Bloque	2	27,56	99,2	2	1,5	26,8	99,2	315	309,2	20	1,5	4,105
Bloque	3	27,56	99,2	2	1,5	97,2	99,1	308	377,3	45	1,5	3,995
Bloque	1	26,39	99,2	2	1,5	26,1	99,2	26,2	299,7	25	1,5	4,27
Bloque	2	26,39	99,2	2	1,62	26	99,3	205,5	270,6	15	1,62	4,345
Bloque	3	26,39	99,2	2	1,25	96	98,2	144,2	298,7	45	1,25	3,7
Bloque	1	24,17	99,2	2	1,25	26	99,2	28,1	324,8	35	1,25	4,235

Bloque	2	24,17	99,2	2	1,5	26	99,1	284,9	382,3	20	1,5	4,345
Bloque	3	24,17	99,2	2	1,5	98	99,2	242,7	328,8	45	1,5	3,775
Bloque	1	24,89	99,2	2	1,62	26	99,1	28	229,3	15	1,62	4,275
Bloque	2	24,89	99,2	2	1,62	26	99,2	181,2	259,7	12	1,62	4,275
Bloque	3	24,89	99,2	2	1,37	98	97	183,6	187,5	45	1,37	3,375
Bloque	1	26,17	99,2	2	1,87	26,1	99,2	26,1	383,2	15	1,87	4,26
Bloque	2	26,17	99,2	2	1,87	26,1	99,2	207,6	389,7	10	1,87	4,285
Bloque	3	26,17	99,2	2	1,5	99	97	240,5	333,6	45	1,5	3,48
Bloque	1	26	99,2	2	1,37	26,2	99,2	29,4	295,4	17	1,37	4,315
Bloque	2	26	99,2	2	1,62	26,2	99,1	187,4	281,4	15	1,62	4,27
Bloque	3	26	99,2	2	1,12	97,5	98	195,2	380,3	45	1,12	3,075
Bloque	1	25,78	99,2	2	1,37	26,1	99,2	29	179,1	20	1,37	4,2
Bloque	2	25,78	99,2	2	1,5	26,1	99,2	159,5	241,6	15	1,5	4,360
Bloque	3	25,78	99,2	2	1,5	98	99,1	220,2	272,6	45	1,5	3,29
Bloque	1	26,17	99,2	2	1,37	26	99,2	27	274,4	15	1,37	4,28
Bloque	2	26,17	99,2	2	1,37	26	99,2	113,2	264,4	15	1,37	4,364
Bloque	3	26,17	99,2	2	1,12	99,1	98,2	221,2	353,1	45	1,12	3,468
Bloque	1	29,39	99,2	2	1,5	27,5	99,2	27,8	245,5	20	1,5	4,26
Bloque	2	29,39	99,2	2	1,37	27,5	99,2	312	372,5	10	1,37	4,355
Bloque	3	29,39	99,2	2	1,25	96,5	98,2	135,4	347,1	45	1,25	3,185
Bloque	1	29,17	99,2	2	1,5	27	99,2	26,8	284	25	1,5	4,285
Bloque	2	29,17	99,2	2	1,62	27	99,2	214,2	316,8	20	1,62	4,35
Bloque	3	29,17	99,2	2	1,25	97	98,8	280	310,7	45	1,25	3,425
Ladrillo	1	31,11	99,2	2	1,62	28	99,2	31	362	20	1,62	4,13
Ladrillo	2	31,11	99,2	2	1,75	28	99,2	242	369,5	10	1,75	4,315
Ladrillo	3	31,11	99,2	2	1,25	98	99,1	240	375	45	1,25	3,91
Ladrillo	1	31,5	99,2	2	1,5	27,5	99,2	32	368	30	1,5	4,145

Ladrillo	2	31,5	99,2	2	1,75	27,5	99,2	191,4	367	10	1,75	4,295
Ladrillo	3	31,5	99,2	2	1,25	97	99,1	202	371	45	1,25	3,995
Ladrillo	1	29,89	99,2	2	1,62	28	99,2	31,2	266,1	20	1,62	4,305
Ladrillo	2	29,89	99,2	2	1,75	28	99,2	247,1	372	10	1,75	4,367
Ladrillo	3	29,89	99,2	2	1,5	96	99,2	230,2	337,1	45	1,5	3,432
Ladrillo	1	27,28	99,2	2	1,5	26,1	99,1	27,2	374,3	20	1,5	4,135
Ladrillo	2	27,28	99,2	2	1,62	26,1	99,2	273	393,3	10	1,62	4,38
Ladrillo	3	27,28	99,2	2	1,37	98,3	97,5	313	371,1	45	1,37	3,055
Ladrillo	1	26,89	99,2	2	1,5	26	99,2	29,2	234,5	30	1,5	4,25
Ladrillo	2	26,89	99,2	2	1,75	26	99,1	222	378,8	10	1,75	4,305
Ladrillo	3	26,89	99,2	2	1,37	98	97,6	235,4	301,3	45	1,37	3,48
Ladrillo	1	27,22	99,2	2	1,62	26,4	99,2	29,2	272,3	20	1,62	4,23
Ladrillo	2	27,22	99,2	2	1,75	26,4	99,1	143,3	242	5	1,75	4,295
Ladrillo	3	27,22	99,2	2	1,5	98	99,2	124,3	386,2	45	1,5	3,31
Ladrillo	1	27,39	99,2	2	1,75	26,3	99,2	28	338,6	20	1,75	4,185
Ladrillo	2	27,39	99,2	2	1,75	26,3	99,2	167,2	368,7	20	1,75	4,25
Ladrillo	3	27,39	99,2	2	1,25	98	97,6	254	331	45	1,25	3,63
Ladrillo	1	26,89	99,2	2	1,62	26,4	99,2	28,7	290,2	20	1,62	4,185
Ladrillo	2	26,89	99,2	2	1,62	26,4	99,2	202,6	280,8	15	1,62	4,27
Ladrillo	3	26,89	99,2	2	1,12	97,8	98,8	206	250,1	45	1,12	3,245
Ladrillo	1	27,39	99,2	2	1,5	26,1	99,2	29,4	363,3	15	1,5	4,155
Ladrillo	2	27,39	99,2	2	1,5	26,1	99,2	312,4	387,5	10	1,5	4,17
Ladrillo	3	27,39	99,2	2	1,12	98,2	97,8	265,6	330,3	45	1,12	3,45
Ladrillo	1	26,56	99,2	2	1,37	27,5	99,2	26,5	363,6	25	1,37	4,24
Ladrillo	2	26,56	99,2	2	1,75	27,5	99,2	281,3	307	8	1,75	4,46
Ladrillo	3	26,56	99,2	2	1,37	98,9	99	220	318,2	45	1,37	3,04
Ladrillo	1	30,56	99,2	2	1,5	27,3	99,2	27,6	301	15	1,5	4,16

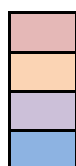
Ladrillo	2	30,56	99,2	2	1,62	27,3	99,2	263,8	380,6	15	1,62	4,225
Ladrillo	3	30,56	99,2	2	1,25	97	98,8	27,6	301	45	1,25	3,07
Ladrillo	1	28,22	99,2	2	1,5	27	99,2	26,2	363,6	15	1,5	4,165
Ladrillo	2	28,22	99,2	2	1,75	27	99,2	202,6	368,7	10	1,75	4,334
Ladrillo	3	28,22	99,2	2	1,37	97,4	98,8	340	342,7	45	1,37	3,09



Medición guía (Diciembre de 2015)
Medición de seguimiento (Enero de 2016)
Medición de seguimiento (Febrero de 2016)
Medición de seguimiento (Marzo de 2016)

Anexo 9. Datos tabulados - Prueba de Cocción Controlada de Alimentos

DATOS TABULADOS PRUEBA DE COCCION CONTROLADA DE ALIMENTOS										
Tipo de Cocina	Temperatura Ambiente (°C)	Ebullición Local (°C)	Cantidad de Leña (Kg)		Temperatura del Agua (°C)	Temperatura del Material (°C)		Tiempo Tapado (min)	Tiempo de Cocción (min)	Leña Restante + Leña semiquemada (Kg)
			Inicio	Final	Inicio	Inicio	Final			
F. Abierto	26,72	99,2	2	0,75	25,4	114	187,2	23	17	0,75
F. Abierto	26,56	99,2	2	1	26,2	118	190,3	20	12	1
F. Abierto	28,06	99,2	2	1	26	118,6	191,2	20	13	1
Bloque	25,39	99,2	2	1,25	25,4	114,1	186,1	13	17	1,25
Bloque	26,39	99,2	2	1,25	26	120,6	196,3	14	16	1,25
Bloque	26,11	99,2	2	1,5	28	119	192	12	13	1,5
Bloque	26,39	99,2	2	1,25	26	116,2	188,9	12	17	1,25
Bloque	26,72	99,2	2	1,5	26,1	114	180,3	13	12	1,5
Bloque	24,89	99,2	2	1,5	26	111	187	9	16	1,5
Bloque	26,17	99,2	2	1,5	26	124	184,9	15	10	1,5
Bloque	26	99,2	2	1,5	26	115,2	196,5	8	12	1,5
Bloque	25,78	99,2	2	1,62	26,3	118,2	191,3	10	10	1,62
Bloque	26,17	99,2	2	1,62	26,7	116	182,8	13	17	1,62
Bloque	29,39	99,2	2	1,5	28,3	115,6	188	10	10	1,5
Bloque	29,17	99,2	2	1,5	27	112,8	184,8	12	10	1,5
Ladrillo	26,78	99,2	2	1,5	26	118,3	181,7	12	13	1,5
Ladrillo	27,56	99,2	2	1,75	26,8	118,9	180,7	13	17	1,75
Ladrillo	26,44	99,2	2	1,75	27,6	110,8	163	10	20	1,75
Ladrillo	27,28	99,2	2	1,75	26	113	185,8	13	17	1,75
Ladrillo	26,89	99,2	2	1,75	26	119	186	5	25	1,75
Ladrillo	27,22	99,2	2	1,75	26,1	111,8	182,3	10	20	1,75
Ladrillo	27,39	99,2	2	1,62	26	118,7	181,3	10	10	1,62
Ladrillo	26,89	99,2	2	1,5	28	116,2	184,4	10	10	1,5
Ladrillo	27,39	99,2	2	1,5	27	116,2	185,1	10	10	1,5
Ladrillo	26,56	99,2	2	1,5	28	115,1	184,2	10	12	1,5
Ladrillo	30,56	99,2	2	1,5	28	116	187,8	10	5	1,5
Ladrillo	28,22	99,2	2	1,5	27	113	187,2	10	7	1,5




Medición guía (Diciembre de 2015)

Medición de seguimiento (Enero de 2016)

Medición de seguimiento (Febrero de 2016)

Medición de seguimiento (Marzo de 2016)

Anexo 10. Formato de la encuesta

	IMPLEMENTACIÓN Y EVALUACIÓN DE COCINAS ECOLÓGICAS EN LA VEREDA QUEBRADA DEL MEDIO, CORREGIMIENTO DE PUEBLO BUJO, ZONA RURAL DEL MUNICIPIO DE MONTERÍA.
Encuestador:	Fecha:
1. Grupo Etario 0 - 4 años _____ 5 - 18 años _____ 19 - 40 años _____ 41 - 68 años _____ 69 o más años _____	
2. Número de personas por género que viven en la vivienda: Hombres _____ Mujeres _____	
3. Se encuentran afiliados al servicio de salud Sí _____ No _____ En caso de respuesta afirmativa, es: Subsidiado _____ Contributivo _____	
4. Existen personas fumadoras, de ser así, ¿cuántas son?	
5. ¿Ud. o algún miembro de su familia presentan o han presentado alguno de estos síntomas?: Sensación de falta de aire _____ Pérdida de peso _____ Inflamación de los pies y tobillos _____ Irritación en: Ojos _____ Nariz _____ Garganta _____ Otro _____ ¿Cuál? _____	
6. Ingresos mensuales de la vivienda Menos de 1 S.M.L.M.V. _____ 1 S.M.L.M.V. _____	
7. Ud. Utiliza leña para la cocción de los alimentos Sí _____ No _____ ¿Cuál? _____	
8. Sí la respuesta es afirmativa: ¿Cuál es el consumo diario aproximado de leña en kg?	
9. Número de veces que se cocina al día y tiempo aproximado en cada una de las veces	
10. Ha escuchado Ud. O algún miembro de su familia sobre “Cocinas mejoradas de leña” o “Cocinas Ecológicas”. Sí _____ No _____	
OBSERVACIONES	

Anexo 11. Análisis de varianza en la Prueba de Ebullición de Agua

Temperatura final del material

Analysis of Variance Table					
	DF	SS	MS	Fc	Pr>Fc
Treatment	2	41179	20589.7	9.1277	0.000280
Block	2	11620	5809.9	2.5756	0.082736
Residuals	76	171436	2255.7		
Total	80	224235			
CV = 15 %					
Shapiro-Wilk normality test					
p-value: 0.01229466					
De acuerdo al test de Normalidad de Shapiro-Wilk al 1% de significancia, los errores se consideran normales.					
Bartlett test of homogeneity of variances					
p-value: 0.1287587					
De acuerdo al test de homogenidad de varianza de Bartlett al 5% de significancia, la varianza de los errores es constante.					

Tiempo de ebullición de agua

Analysis of Variance Table					
	DF	SS	MS	Fc	Pr>Fc
Treatment	2	167.6	83.8	4.85	0.010391
Block	2	14072.3	7036.2	407.35	0.000000
Residuals	76	1312.7	17.3		
Total	80	15552.7			
CV = 15.36 %					
Shapiro-Wilk normality test					
p-value: 0.01042012					
De acuerdo al test de Normalidad de Shapiro-Wilk al 1% de significancia, los errores se consideran normales.					
Bartlett test of homogeneity of variances					
p-value: 0.6865321					
De acuerdo al test de homogenidad de varianza de Bartlett al 5% de significancia, la varianza de los errores es constante.					

Porcentaje de leña restante

Analysis of Variance Table					
	DF	SS	MS	Fc	Pr>Fc
Treatment	2	1.1297	0.56487	27.910	8.1600e-10
Block	2	0.8766	0.43831	21.657	3.6035e-08
Residuals	76	1.5382	0.02024		
Total	80	3.5445			
CV = 9.79 %					
Shapiro-Wilk normality test					
p-value: 0.03604042					
De acuerdo al test de Normalidad de Shapiro-Wilk al 1% de significancia, los errores se consideran normales.					
Bartlett test of homogeneity of variances					
p-value: 0.5163687					
De acuerdo al test de homogenidad de varianza de Bartlett al 5% de significancia, la varianza de los errores es constante.					

Anexo 12. Análisis de varianza en la Prueba de Cocción Controlada de Alimentos

Tiempo de Tapado

Analysis of Variance Table					
	DF	SS	MS	Fc	Pr>Fc
Treatment	2	280.17	140.083	33.453	1.1467e-07
Residuals	24	100.50	4.188		
Total	26	380.67			
CV = 16.9 %					
Shapiro-Wilk normality test					
p-value: 0.1560212					
De acuerdo al test de Normalidad de Shapiro-Wilk al 5% de significancia, los errores se consideran normales.					
Bartlett test of homogeneity of variances					
p-value: 0.9506857					
De acuerdo al test de homogenidad de varianza de Bartlett al 5% de significancia, la varianza de los errores es constante.					

Tiempo de cocción

Analysis of Variance Table					
	DF	SS	MS	Fc	Pr>Fc
Treatment	2	1.96	0.9815	0.046157	0.95498
Residuals	24	510.33	21.2639		
Total	26	512.30			
CV = 33.83 %					
Shapiro-Wilk normality test					
p-value: 0.3140722					
De acuerdo al test de Normalidad de Shapiro-Wilk al 5% de significancia, los errores se consideran normales.					
Bartlett test of homogeneity of variances					
p-value: 0.08135579					
De acuerdo al test de homogenidad de varianza de Bartlett al 5% de significancia, la varianza de los errores es constante.					


Porcentaje de leña restante

Analysis of Variance Table					
	DF	SS	MS	Fc	Pr>Fc
Treatment	2	1.16958	0.58479	34.502	8.7193e-08
Residuals	24	0.40678	0.01695		
Total	26	1.57636			
CV = 8.87 %					
Shapiro-Wilk normality test					
p-value: 0.05598895					
De acuerdo al test de Normalidad de Shapiro-Wilk al 5% de significancia, los errores se consideran normales.					
Bartlett test of homogeneity of variances					
p-value: 0.9564043					
De acuerdo al test de homogenidad de varianza de Bartlett al 5% de significancia, la varianza de los errores es constante.					

Anexo 13. Presupuesto para construcción de Cocina Ecológica de Bloque

<div>  <div> IMPLEMENTACIÓN Y EVALUACIÓN DE COCINAS ECOLÓGICAS EN LA VEREDA QUEBRADA DEL MEDIO, CORREGIMIENTO DE PUEBLO BUJO, ZONA RURAL DEL MUNICIPIO DE MONTERÍA. </div> </div>				
PRESUPUESTO DE CONSTRUCCION DE COCINA ECOLOGICA DE BLOQUE				
	Unidad	Cantidad	Valor unitario (pesos)	Valor parcial (pesos)
Bloque	UND	60	\$900	\$54.000
Cemento	Bulto	2	\$27.000	\$54.000
Arena mediana	Latas	13	\$600	\$7800
Arena menuda	Latas	10	\$420	\$4.200
Varilla 3/8	m	3	\$8500	\$4.500
Mano de obra construcción de cocina	GL		\$150.000	\$150.000
Mano de obra construcción de hornilla y chimenea	GL		\$350.000	\$350.000
SUBTOTAL			\$537.420	\$624.500
TOTAL			\$624.500	\$624.500

Anexo 14. Presupuesto para construcción de Cocina Ecológica de Ladrillo

<div></div> <div>IMPLEMENTACIÓN Y EVALUACIÓN DE COCINAS ECOLÓGICAS EN LA VEREDA QUEBRADA DEL MEDIO, CORREGIMIENTO DE PUEBLO BUJO, ZONA RURAL DEL MUNICIPIO DE MONTERÍA.</div>				
PRESUPUESTO DE CONSTRUCCION DE COCINA ECOLOGICA DE LADRILLO				
	Unidad	Cantidad	Valor unitario (pesos)	Valor parcial (pesos)
Ladrillo	UND	60	\$1.400	\$84.000
Cemento	Bulto	2	\$27.000	\$54.000
Arena mediana	Latas	13	\$600	\$7.800
Varilla 3/8	m	3	\$8.500	\$4.500
Mano de obra construcción de cocina	GL		\$150.000	\$150.000
Mano de obra construcción de hornilla y chimenea	GL		\$350.000	\$350.000
SUBTOTAL			\$537.500	\$650.300
TOTAL			\$650.300	\$650.300

Anexo 15. Fisura en la cocina de Bloque



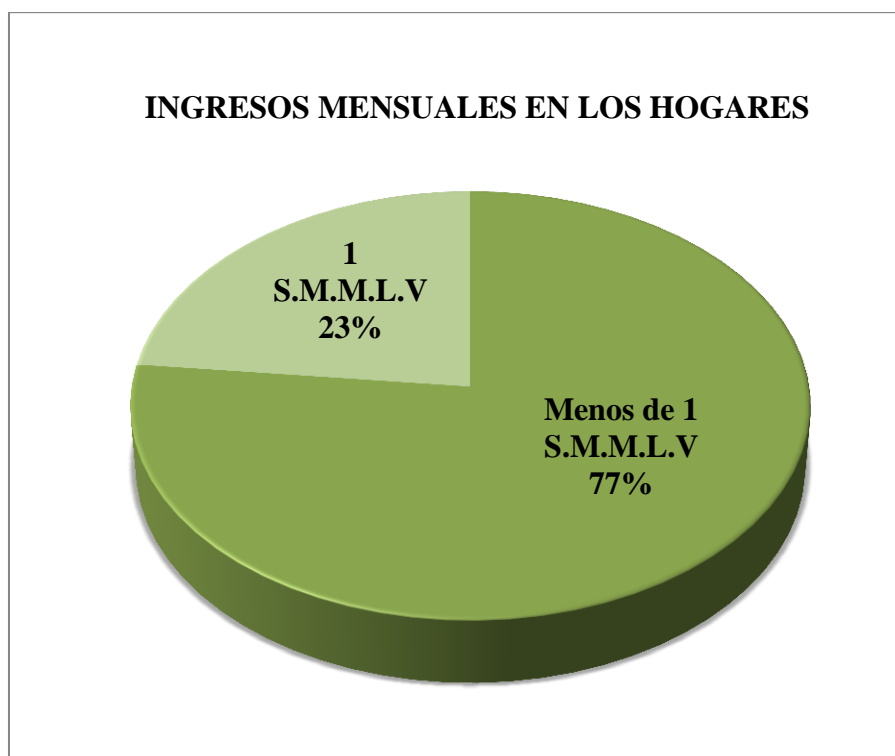
Anexo 16. Humo expulsado por la chimenea



Anexo 17. Resultados de la encuesta

Anexo 17.1. Ingresos mensuales en los hogares

INGRESOS MENSUALES EN LOS HOGARES	
Ingresos	N° de hogares
Menos de 1 S.M.M.L.V	23
1 S.M.M.L.V	7
Total	30



El 77% de los hogares reciben un ingreso menor a un (1) S.M.M.L.V, porque trabajan como jornaleros y peones en fincas vecinas.

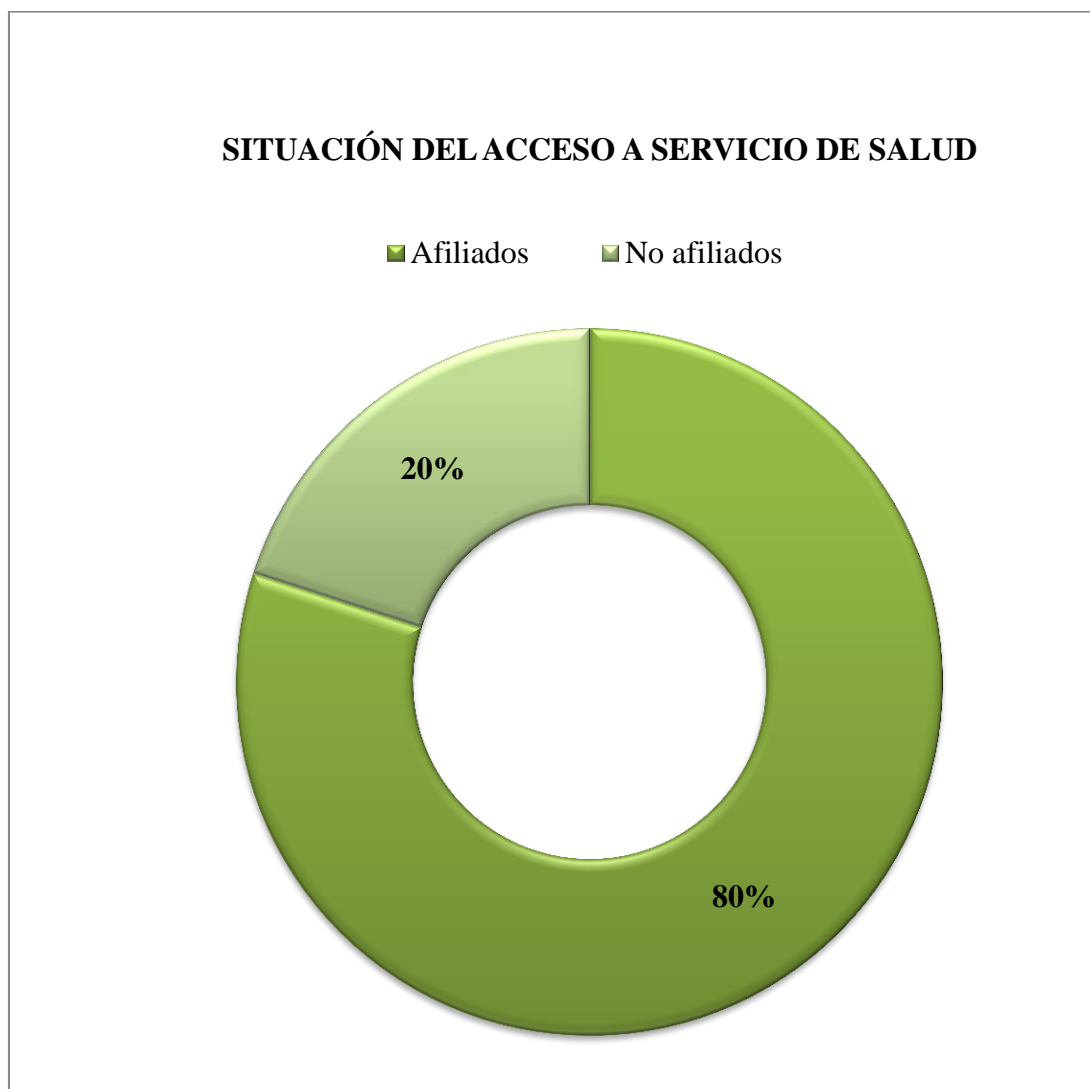
Anexo 17.2. Síntomas en mujeres que cocinan con leña

SINTOMAS EN MUJERES QUE COCINAN CON LEÑA		
Síntoma	N° de Mujeres	%
Irritación en los ojos	38	40%
Irritación en las mucosas (Nariz – Garganta)	29	31%
Tos	27	29%
Total	30	100



Anexo 17.3 Acceso a Servicio de Salud

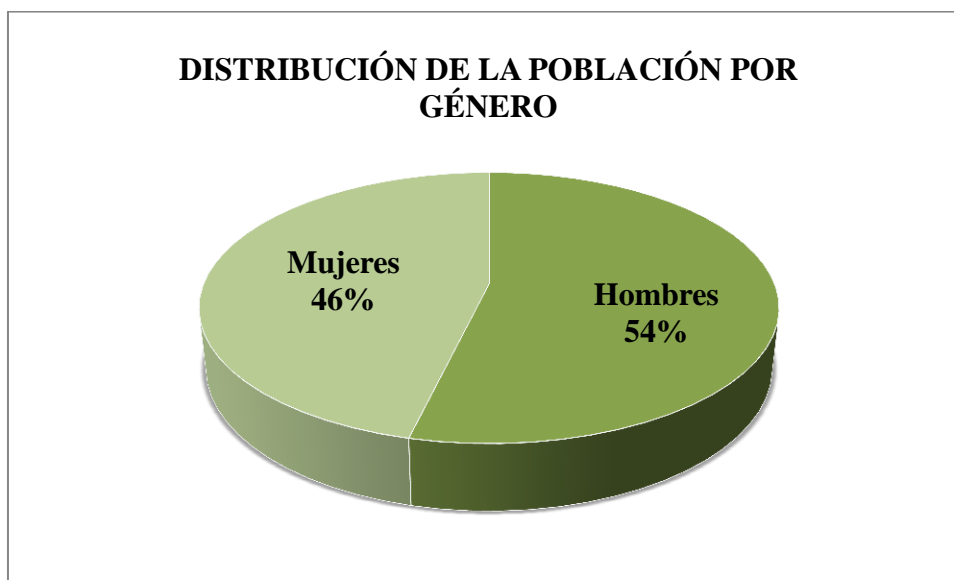
SITUACIÓN DEL ACCESO A SERVICIO DE SALUD	
Estado	N° de hogares
Afiliados	24
No afiliados	6
Total	30



Todos los hogares que cuentan con afiliación al servicio de salud hacen parte del Régimen Subsidiado.

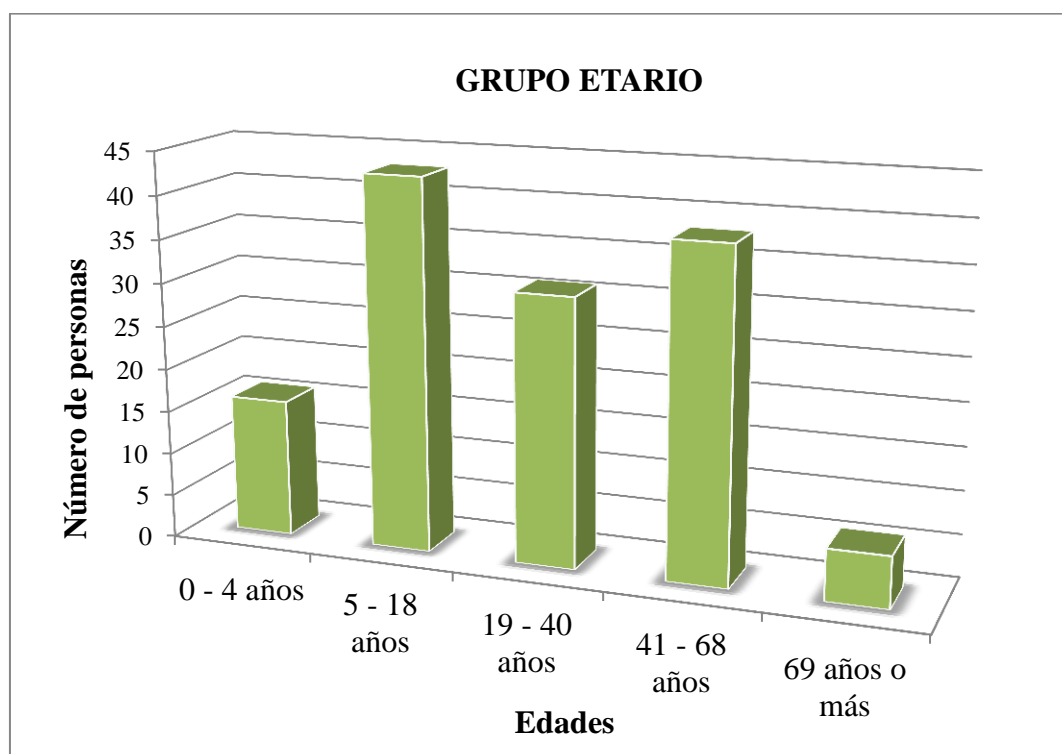
Anexo 17.4. Distribución de la población por género

DISTRIBUCIÓN DE LA POBLACIÓN POR GÉNERO		
Género	N°	Porcentaje (%)
Hombres	72	54 %
Mujeres	62	46%
Total	134	100%



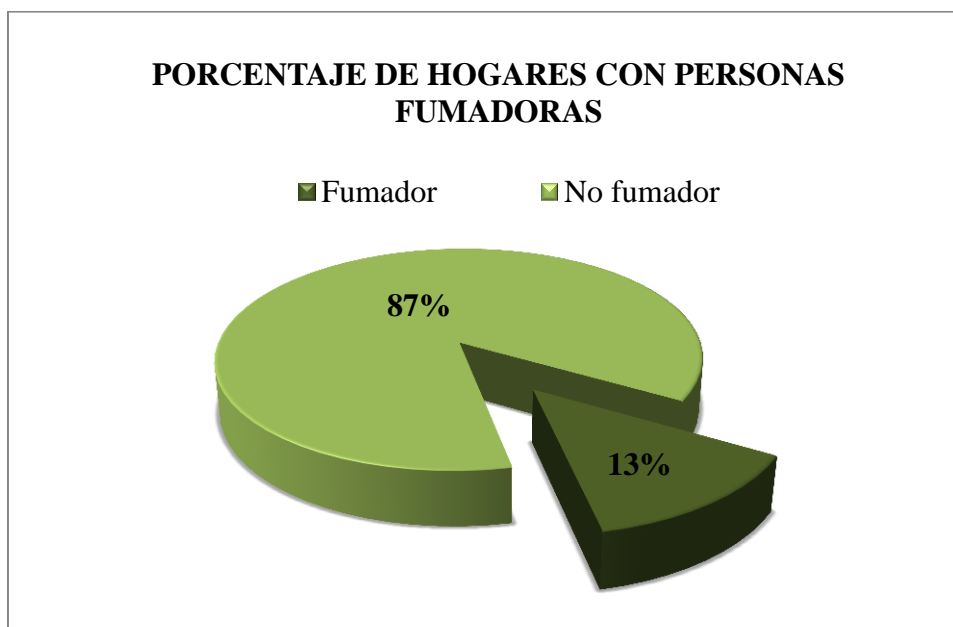
Anexo 17.5. Grupo Etario

GRUPO ETARIO	
Rango de Edades	N°
0 – 4 años	16
5 – 18 años	43
19 – 40 años	31
41 – 68 años	38
69 años o más	6
Total	134



Anexo 17.6. Porcentaje de hogares con personas fumadoras

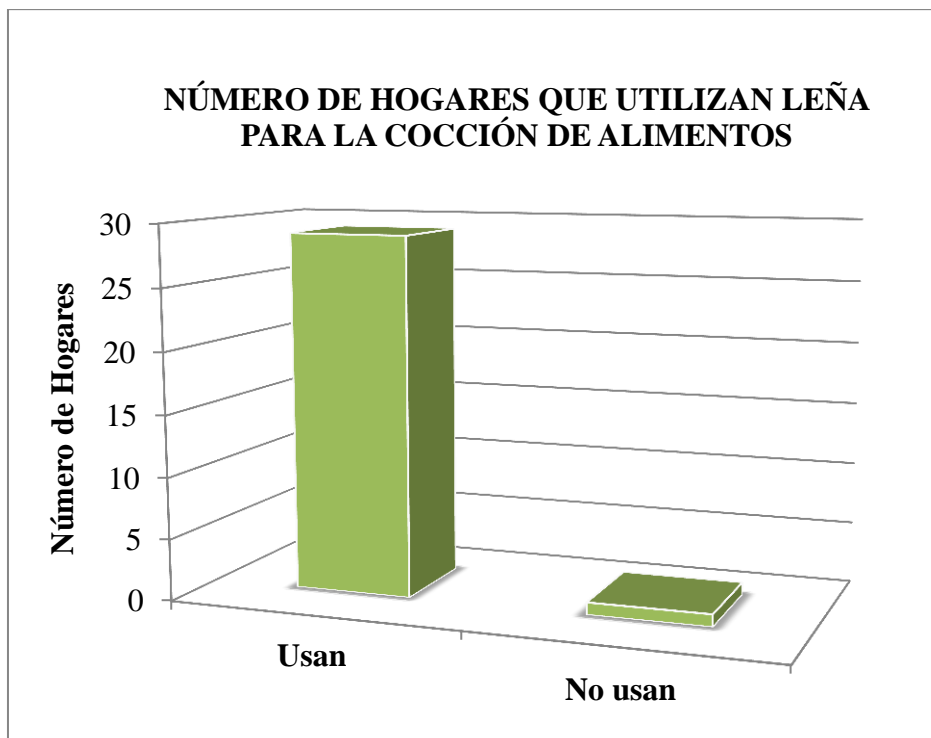
PORCENTAJE DE HOGARES CON PERSONAS FUMADORAS	
Categoría	N° de hogares
Fumador	4
No fumador	26
Total	30



En los hogares donde hay fumadores las personas no reportan ningún síntoma relacionado con enfermedades pulmonares.

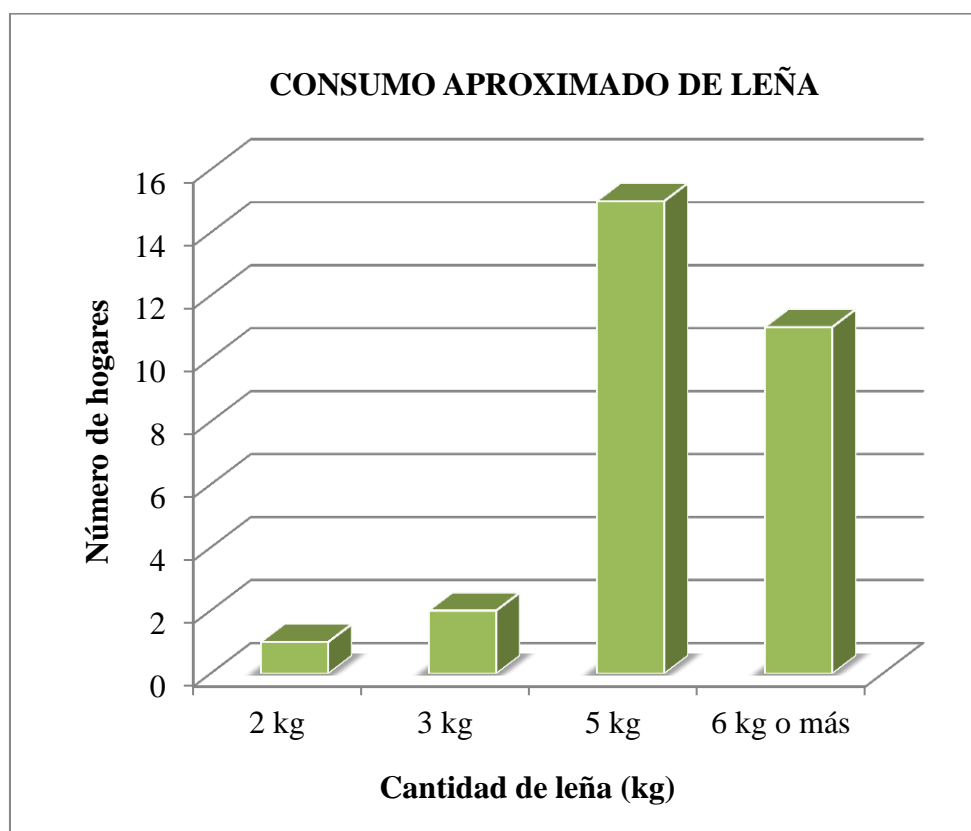
Anexo 17.7. Número de hogares que utilizan leña para la cocción de alimentos

NÚMERO DE HOGARES QUE UTILIZAN LEÑA PARA LA COCCIÓN DE ALIMENTOS		
Uso de leña	N° de hogares	Porcentaje (%)
Usan	29	96,6666667
No usan	1	3,33333333
Total	30	100



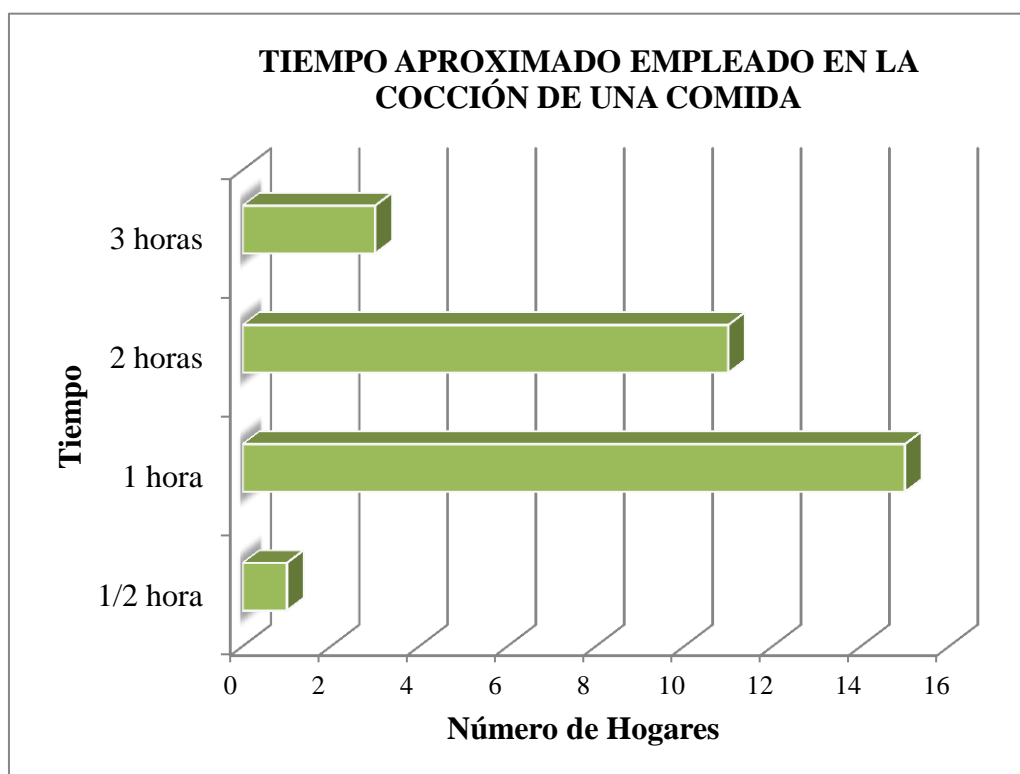
Anexo 17.8. Consumo aproximado de leña

CONSUMO APROXIMADO DE LEÑA	
Cantidad (kg)	Nº de hogares
2 kg	1
3 kg	2
5 kg	15
6 kg o más	11
Total	29



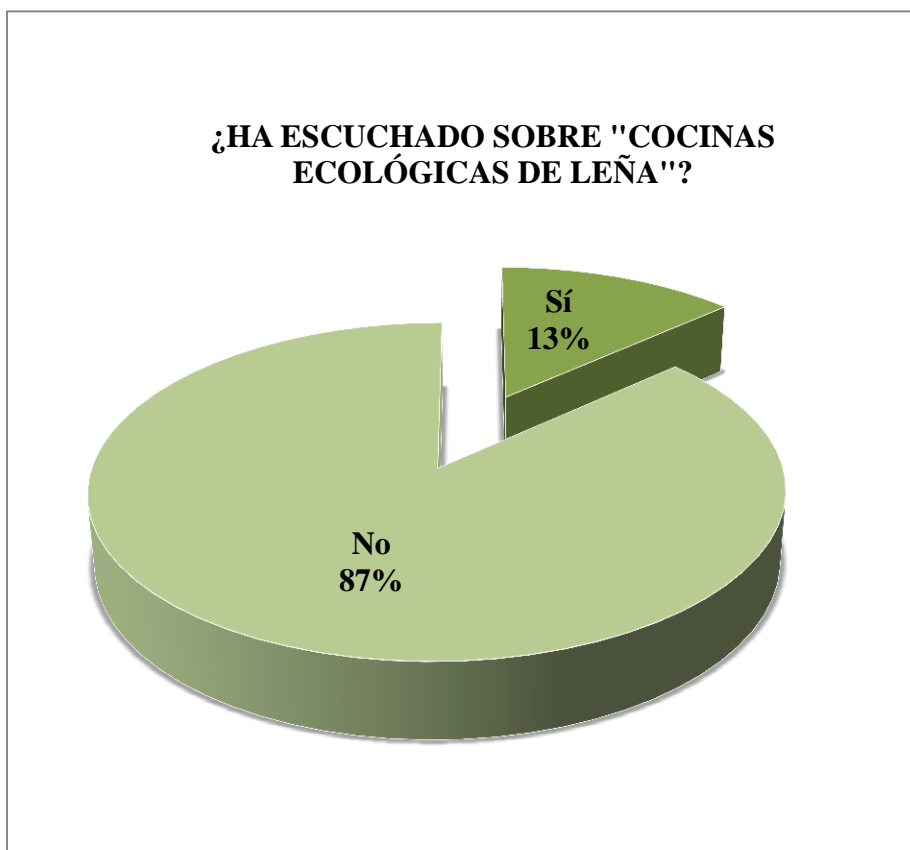
Anexo 17.9. Tiempo aproximado empleado en la cocción de una comida

TIEMPO APROXIMADO EMPLEADO EN LA COCCIÓN DE UNA COMIDA	
Tiempo (horas)	N° de hogares
1/2	1
1	15
2	11
3	3
Total	30



Anexo 17.10. Conocimiento sobre cocinas ecológicas

CONOCIMIENTO SOBRE COCINAS ECOLÓGICAS	
Conoce sobre cocinas ecológicas	N° de hogares
Sí	4
No	26
Total	30



De los hogares que señalan haber escuchado sobre cocinas ecológicas, ninguno tiene claridad al respecto.

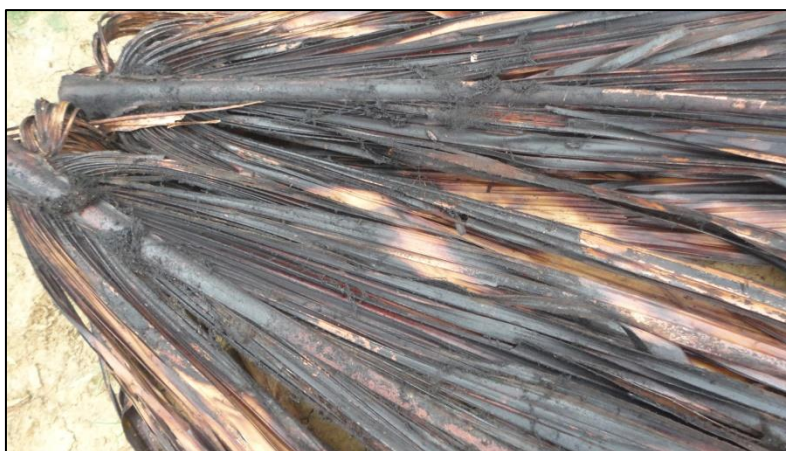
Anexo 18. Estufa a gas para la cocción de alimentos



Anexo 19. Tipos de fogones encontrados en la vereda



Anexo 20. Hollín adherido en el techo



Hollín y restos de palma que cayeron durante la instalación de una de las chimeneas.